

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G09G 3/36(11) 공개번호 특2002-0028781  
(43) 공개일자 2002년04월17일

(21) 출원번호	10-2001-0058041
(22) 출원일자	2001년09월19일
(30) 우선권 주장	JP-P-2000-00284267 2000년09월19일 일본(JP) JP-P-2001-00150169 2001년05월18일 일본(JP) JP-P-2001-00174845 2001년06월08일 일본(JP)
(71) 출원인	샤프 가부시기가이샤 마찌다 가즈히코 일본 오사카후 오사카시 아베노구 나가미찌쵸 22방 22고
(72) 발명자	미야타히데카즈 일본국아미치458-0025나고야시미도리쿠토리수미1초메209 시오미마코토 일본국나라632-0093텐리시사시야나기초223-1019 진다아키히토 일본국나라635-0818키타카츠라기군코료초오아자미나미107-4 토미자와카즈나리 일본국교토619-0224소라쿠군키주초카부토다미5-1-3-22-103 미야치코미치 일본국교토619-0232소라쿠군세미카초사쿠라가오카3-9-7
(74) 대리인	백덕열, 이태희

심사청구 : 있음

## (54) 액정표시장치 및 그의 구동방법

## 요약

본 액정 표시 장치는, 화소를 갖고, 이 화소에 프레임마다 계조데이터에 따라 계조 전압을 인가함으로써 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치이고, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터가 입력되어, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 변환하여 출력하는 LUT 메모리, LUT 메모리로부터 출력되는 변환된 계조데이터에 따라 계조 전압을 화소에 인가하는 소스드라이버, 및 화소에 포함되며, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하고, LUT 메모리에는 표시해야 할 프레임의 계조데이터와 직전의 프레임의 계조데이터에 의해 결정되는 출력해야 할 계조데이터가 룩업테이블로서 미리 기억되어 있다. 이로써, 계조 변화에 따른 화소전극의 전압의 변화를 감소시켜 계조 표시의 어긋남을 억제하며, 동화상 표시 때의 화질을 향상시킬 수 있게 된다.

## 도표

## 도1

## 명세서

## 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 액정 표시 장치의 구성을 나타낸 블록도,  
 도 2는 도 1의 액정 표시 장치의 프레임메모리에 대한 계조 데이터의 입출력 관계를 나타낸 타이밍차트,  
 도 3은 도 1의 액정 표시 장치의 LUT 메모리의 핀 접속도,  
 도 4는 도 1의 액정 표시 장치의 액정패널의 각 계조와 계조 전압의 관계를 나타낸 그래프,  
 도 5는 도 1의 액정 표시 장치의 액정패널의 각 계조와 액정셀의 용량의 관계를 나타낸 그래프,  
 도 6은 룩업 테이블을 이용하여 계조 데이터를 보정한 경우와, 보정하지 않은 경우에 있어서, 표시의 절환 응답특성을 나타낸 그래프,  
 도 7은 룩업 테이블을 이용하여 계조 데이터를 보정한 경우와, 보정하지 않은 경우에 있어서, 표시의 절

한 응답 특성을 나타낸 그래프,

도 8은 룩업 테이블을 이용하여 계조 데이터를 보정한 경우와, 보정하지 않은 경우에 있어서, 표시의 절 환 응답 특성을 나타낸 그래프,

도 9는 도 4, 도 5 및 식 (4)에 따라 구해진 룩업 테이블,

도 10은 도 9의 룩업 테이블을 수정한 룩업 테이블의 일례,

도 11은 액정셀의 흑표시에 대응하는 계조 전압으로부터 백표시에 대응하는 계조 전압까지의 범위 외의 전압을 출력할 수 없는 소스드라이버를 이용하는 경우의 룩업 테이블의 일례,

도 12는 도 1의 액정 표시 장치에서의 액정패널의 설정 계조 데이터와 계조 전압의 관계를 나타낸 그래프,

도 13은 도 1의 액정 표시 장치에서의 액정패널의 계조 전압과 휘도 의 관계를 나타낸 그래프,

도 14는 스위칭소자로서 박막 트랜지스터를 갖는 액티브매트릭스형 액정패널, 및 이 액정패널을 구동하는 드라이버를 구비한 액정표시장치의 구성을 나타낸 개략적인 구성도,

도 15는 도 14의 액정패널에서의 각 화소의 등가회로를 나타낸 회로도,

도 16은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 LUT 메모리 주변의 구성을 나타낸 블록도,

도 17은 도 1의 LUT 메모리에 설정된 룩업 테이블의 일부를 나타낸 도표,

도 18은 도 16의 LUT 메모리에 설정된 룩업 테이블의 일부를 나타낸 도표,

도 19는 본 발명의 제 2 실시예의 변형예에 따른 LUT 메모리주변의 구성을 나타낸 블록도,

도 20은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 변환연산회로주변의 구성을 나타낸 블록도,

도 21은 본 발명의 제 3 실시예에서 이용하는 액정패널의 정상상태에서의 각 계조와 계조 전압의 관계를 나타낸 그래프,

도 22는 본 발명의 제 3 실시예에서 이용하는 액정패널의 정상상태에서의 각 계조와 액정셀의 용량의 관 계를 나타낸 그래프,

도 23은 본 발명의 제 3 실시예에서의 표시 프레임 계조 데이터와 수치 데이터의 관계를 나타낸 도표,

도 24는 본 발명의 제 3 실시예에서의 앞 프레임 계조 데이터와 수치 데이터의 관계를 나타낸 도표,

도 25는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 수치 데이터와 계조 데이터의 관계를 나타낸 도표,

도 26은 본 발명의 제 4 실시예에서의 표시 프레임 계조 데이터와 수치 데이터의 관계를 나타낸 그래프,

도 27은 본 발명의 제 4 실시예에서의 앞 프레임 계조 데이터와 수치데이터의 관계를 나타낸 그래프,

도 28은 본 발명의 제 4 실시예에서의 수치 데이터와 보정 계조 데이터의 관계를 나타낸 그래프,

도 29는 본 발명의 제 5 실시예에 따른 변환연산회로 주변의 구성을 나타낸 블록도,

도 30은 본 발명의 제 6 실시예에 따른 변환연산회로 주변의 구성을 나타낸 블록도,

도 31은 계조 전압과 휘도의 관계를 나타낸 가상적인 그래프,

도 32는 제 0 프레임의 개시와 동시에, 흑표시로부터 백표시로 절환한 후 제 1 및 제 2 프레임에서 백표 시를 유지할 때의 계조 전압 및 휘도의 변화를 나타낸 그래프,

도 33은 제 0 프레임의 개시와 동시에, 흑표시로부터 회(灰)표시(휘도 50%)로 절환한 후 제 1 및 제 2 프 레임에서 회표시를 유지할 때의 계조 전압 및 휘도의 변화를 나타낸 그래프,

도 34는 계조와 비트의 관계를 나타낸 도표,

도 35는 본 발명의 제 7 실시예에 따른 LUT 메모리 주변의 구성을 나타낸 블록도,

도 36은 도 35에서 ㉠부터 ㉤으로 나타낸 부분에서의 계조 데이터의 내용을 나타낸 개념도,

도 37은 도 35에서 ㉤부터 ㉨로 나타낸 부분에서의 계조 데이터의 내용을 나타낸 개념도,

도 38은 도 35에서의 LUT 메모리의 입출력 비트수를 개념적으로 나타낸 개념도,

도 39는 도 36의 계조 데이터의 내용을 일부 변형한 개념도,

도 40은 영상의 평가실험에 이용된 평가영상을 나타낸 개념도,

도 41은 영상의 평가실험의 평가기준을 나타낸 도표,

도 42는 영상의 평가실험에 이용된 각 디스플레이의 형태, 각 디스플레이에 설정되어 있는 휘도의 오차, 및 평가결과를 나타낸 도표, 및

도 43은 계조와 휘도의 일반적인 관계를 나타낸 도표이다.

#### 발명의 상세한 설명

## 발명의 목적

### 발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 계조 표시가 가능한 액정 표시 장치 및 그의 구동방법에 관한 것이다.

도 14는 스위칭소자로서의 박막 트랜지스터(이하, 'TFT'라 함)를 구비한 액티브 매트릭스형 액정패널(10), 및 이 액정패널을 구동하는 드라이버(소스드라이버(12), 게이트드라이버(14))를 구비한 액정 표시 장치의 구성을 나타내는 개략적인 구성도이다. 액정패널(10)은, 화면 세로방향으로 서로 평행하게 배치된 복수의 소스버스라인(16), 및 화면 가로방향으로 서로 평행하게 배치된 복수의 주사라인(18)을 갖고 있다. 액정패널(10)의 외측에서, 소스버스라인(16)은 소스드라이버(12)에 접속되어 있고, 주사라인(18)은 게이트드라이버(14)에 접속된다. 또한, 소스버스라인(16)과 주사라인(18)은 거의 직교하는 상태이고, 그 교점에 대응하여 화소가 형성되어 있다. 이 화소에는, TFT(20) 및 액정셀(22)이 배치되어 있다.

이 액정패널(10)에 의해 화상을 표시할 때는, 게이트드라이버(14)는 각 주사라인(18)에 접속된 TFT(20)를 주사라인(18)마다 순차 ON시키고, 소스드라이버(12)에서는 각 주사라인(18)에 대응하는 계조 데이터(화상 데이터)에 따른 계조 전압을 각 주사라인(18)에 대응하는 화소에 기입한다.

도 15는, 도 14의 액정패널(10)에서의 각 화소의 등가회로를 나타내는 회로도이다. 액정셀(22)은, TFT(20)의 드레인, 전화소 사이에서 공통의 공통전극(26)에 접속된다. 또한, 도 14에는 나타내지 않지만, 화소에는 부하용량(24)이 마련되고 이 부하용량(24)은 TFT(20)의 드레인과 전화소 사이에서 공통의 부하용량전극(28)에 접속된다.

화소의 동작 시에는, TFT(20)가 ON(게이트 ON)의 상태에서 소스버스라인(16)으로부터 계조 데이터에 따른 계조 전압이 액정셀(22)에 인가된다. 계조 전압은 계조 데이터에 따라 설정되어 있고, 계조 데이터에 따라 각 화소에 1프레임마다 인가된다. 액정셀(22)에 전압이 인가되면, 액정셀(22)내의 액정분자는 그의 유전이방성에 의해 장축방향(디렉터)이 변화된다. 액정분자는 광학이방성을 갖기 때문에, 그의 방향이 변화되면 액정셀(22)을 투과하는 광의 편광방향도 변화한다. 그리고, 액정셀(22)에 설치된 편광판등의 작용에 따라, 액정셀(22)에 인가하는 계조 전압에 의해 액정셀(22)을 투과하는 광의 광량이 제어된다. 이로써, 각 화소의 휘도를 표시하고 싶은 계조 휘도로 할 수 있고, 화상표시를 행할 수 있다.

액정셀(22)에 대하여 계조 전압이 인가되는 경우는, 부하용량(24)에도 동일한 계조 전압이 인가된다. 부하용량(24)은, 인가되는 계조 전압에 따른 전하를 축적한다. TFT(20)가 ON에서 OFF(게이트 OFF)로 전환된 후에도 다음 프레임에서 다시 계조 전압이 인가될 때까지는 부하용량(24)이 전하를 유지한다. 이로써, 액정셀(22)에 계조 전압이 인가된 상태가 1프레임 사이에서 유지된다.

프레임사이에서 화소의 계조 휘도를 변화시키는 경우, 그 변화전에는 액정분자의 디렉터가 전의 프레임의 계조 휘도를 표시하는 방향이 된다. 현 프레임의 계조 전압이 화소에 인가되면, 그에 따라 액정분자의 디렉터가 변화한다. 이로써, 그의 화소의 광학특성이 변화하며, 그의 화소의 계조휘도를 변화시킬 수 있다.

여기에서, 액정분자는 인가전압의 변화에 응답하기 위한 정도의 시간이 필요하다. 예컨대, 네마틱 액정의 경우의 응답속도는 표시모드에 따라 다르지만, 대략 수 ms에서 수십 ms의 오더이다. 이는, TFT(20)가 OFF 될 때까지 액정분자의 응답이 완료되지 않고, OFF 후에도 디렉터가 변화함을 의미한다.

여기서, 액정분자는 유전이방성을 갖고 있기 때문에, 액정분자의 디렉터가 변화하면 필연적으로 액정셀(22)내의 액정의 유전율이 변화하며, 액정셀(22)의 전극 사이의 용량(전기 용량)이 변화하게 된다. 상기와 같은 바와 같이, 액정분자의 디렉터의 변화는 TFT(20)의 OFF 후에도 계속된다. 한편, 액정셀(22) 및 부하용량(24)으로의 전하의 공급은 TFT(20)의 OFF 후에는 정지된다. 따라서, TFT(20)의 OFF 후에 액정셀(22)의 용량이 변화하면, 액정셀(22)의 전극 사이의 전압이 변화하게 된다. 즉, 액정셀(22)의 전압은, TFT(20)의 OFF 후에 TFT(20)의 ON 시에 인가된 계조 전압에서 변화하는 것으로 된다.

따라서, 액정분자가 1프레임 내에서 응답하는 특성을 갖고 있더라도, 액정셀(22)의 전압이 1프레임 내에서 변화하기 때문에 표시하고 싶은 계조 휘도를 얻을 수 없는 경우가 있다. 반대로, 표시하고 싶은 계조 휘도에 도달하기 위해서는 수 프레임(예컨대, 3프레임) 사이에 걸쳐 동일 계조 전압을 인가하지 않으면 안되는 경우가 있다.

또한, 인가전압에 대한 액정분자의 응답이 느린 것에 대해 보정하는 기술이, 예컨대 일본국 공개 특허 공보 '89-10299호 공보(공개일 1989년 1월 13일)'에 개시되어 있다. 그러나, 상기 공보에 개시되어 있는 기술에서는, 그의 장치 구성에 있어서, 보정회로를 이용하고, 이 보정회로에 의해 순차 출력하는 데이터를 예측하는 것이기 때문에, 보정회로의 구성이 복잡하게 될과 동시에, 처리속도의 저하가 문제로 되기 쉽다. 또한, 그의 보정회로에 입력되는 데이터 중 하나가, 직전에 보정회로에서 보정된 후에 메모리에 기억되는 것으로서, 보정된 데이터를 이용하여 그 다음의 데이터를 보정하게 되어 있어서, 장치 구성이 복잡하게 된다. 또한, 상기 공보에 개시되어 있는 기술에서는, 상기과 같은 액정셀(22)의 용량 변화에 의한 영향은 고려되어 있지 않고, 이것에 대처하기 위한 구체적인 데이터의 변환방법도 개시되어 있지 않다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기 과제를 감안하여 이루어진 것으로서, 간단하고 처리속도가 빠른 장치 구성에 의해, 액정 표시소자에서 계조 변화 시에 수반되는 화소전극의 전압 변화를 감소시켜 계조 표시의 어긋남을 억제하고, 액정분자의 응답 속도를 향상시킴으로써, 동화상 표시 때의 화질을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 액정표시장치는, 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치로서, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터가 입력되어, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 변환하여 출력하는 변환부, 상기 변환부에서 출력되는 변환된 계조데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하는 구

동부, 및 상기 화소에 포함되며, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하고, 상기 변환부에는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터와 직전의 프레임의 계조데이터에 의해 특정되는 출력해야 할 계조데이터가 미리 기억되어 있다.

상기 구성에서는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터와 직전의 프레임의 계조데이터에 의해 특정되는 소정의 계조데이터를 변환부에 의해 출력하고, 그 계조데이터에 따라 계조 전압을 화소에 인가할 수 있다. 따라서, 직전의 프레임과 표시해야 할 프레임 사이의 액정셀의 용량(전기용량)의 변화에 의한 영향을 고려한 계조 전압을 화소에 인가할 수 있다. 이로써, 액정셀의 용량이 변화함에 의한 계조 표시의 변동을 보정할 수 있게 된다. 그 결과, 특히 동화상 표시 등에 있어서 입력되는 계조데이터를 보다 충실하게 재현한 표시가 가능하다.

상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 액정 표시 장치는, 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치로서, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 보정 계조데이터로 변환하는 변환부, 상기 변환부에서 변환된 보정 계조데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하는 구동부, 및 상기 화소에 포함되며, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하고, 상기 변환부에는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터와 직전의 프레임의 계조데이터에 의해 특정되는 설정 계조데이터가 미리 기억되어 있고, 특정된 설정 계조데이터에 따라 상기 변환부가 보정 계조데이터를 생성한다.

이와 같이, 변환부는 변환하여 출력하는 계조데이터를 직접 기억하고 있는 것은 아니고, 기억하고 있는 계조데이터에 대하여 간단한 연산 등을 실시하여 출력하게 되어 있다.

상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 액정 표시 장치는, 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치로서, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 보정 계조데이터로 변환하는 변환부, 상기 변환부에서 변환된 보정 계조데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하는 구동부, 및 상기 화소에 포함되며, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하고, 상기 변환부에는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 1 변환치, 및 직전의 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 2 변환치가 미리 기억되어 있고, 상기 변환부는 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 각각 대응하는 제 1 변환치 및 제 2 변환치를 이용한 연산결과에 따라 보정 계조데이터를 생성한다.

상기 구성에서는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터로부터 보정 계조데이터를 생성하는 처리에 있어서, 복잡한 연산을 요구하는 처리에 대해서는 미리 기억된 제 1 변환치 및 제 2 변환치로 변환에 의해 행하고, 간단한 연산이 가능한 처리에 대해서는 연산에 의해 행할 수 있다. 따라서, 모든 처리를 연산에 의해 행하는 것에 의한 연산의 복잡화를 억제하고, 변환부의 구성을 간단화할 수 있다. 또한, 모든 경우에 대응하는 변환치를 기억하여 놓는 것에 의한 기억 용량의 증대를 억제하여 변환부의 간단화를 실현할 수 있다.

상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 액정 표시 장치는, 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치로서, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 보정 계조데이터로 변환하는 변환부, 상기 변환부에서 변환된 보정 계조데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하는 구동부, 및 상기 화소에 포함되며, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하고, 상기 변환부에는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 1 변환치를 산출하기 위한 제 1 기준치, 및 직전의 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 2 변환치를 산출하기 위한 제 2 기준치가 미리 기억되어 있고, 상기 변환부는, 제 1 기준치 및 제 2 기준치에 따라 보간을 행함에 의해 각각 제 1 변환치 및 제 2 변환치를 산출함과 동시에, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 각각 대응하는 제 1 변환치 및 제 2 변환치를 이용한 연산결과에 따라 보정 계조데이터를 생성한다.

상기 구성에서는, 각 계조에 대응하는 제 1 변환치 및 제 2 변환치를 전부 기억시켜 놓을 필요가 없기 때문에, 변환부에 필요한 기억 용량을 작게 할 수 있다. 또한, 보간을 비교적 간단한 연산으로 행하는 것이 가능하기 때문에, 비교적 간단한 회로구성으로 실현 가능하다. 따라서, 변환부에서의 회로구성의 복잡화도 억제할 수 있다.

상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 액정 표시 장치는, 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치로서, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 보정 계조데이터로 변환하는 변환부, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터의 자리수를 변환하는 자리수 변환부, 상기 변환부에서 변환된 보정 계조데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하는 구동부, 및 상기 화소에 포함되며, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하고, 상기 자리수 변환부는, 계조데이터가 나타내는 계조가 미리 정해진 문턱치 보다 명측인 경우에는 그 계조데이터의 하위자리수를 삭제하고, 계조데이터가 나타내는 계조가 상기 문턱치 보다 암측인 경우에는 그 계조데이터의 상위자리수를 삭제함으로써, 그 계조데이터의 자리수가 작게 되도록 변환하고, 상기 변환부에는, 상기 자리수 변환부에서 변환된 표시해야 할 프레임의 계조데이터와 직전의 프레임의 계조데이터에 의해 특정되는 설정 계조데이터가 미리 기억되어 있고, 특정된 설정 계조데이터에 따라 보정 계조데이터를 생성한다.

상기 구성에서는, 상기한 바와 같이, 직전의 프레임과 표시해야 할 프레임 사이의 액정셀의 용량의 변화에 의한 영향을 고려한 계조 전압을 화소에 인가할 수 있어서, 액정셀의 용량이 변화하는 것에 의한 계조 표시의 변동을 보정할 수 있다.

여기서, 상기 구성에 의하면, 자리수 변환부에 의해, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 대해서, 계조데이터가 나타내는 계조에 따라 그 계조데이터의 일부를 삭제하여 그 계조데이터의 자리수가 작게 되도록 변환한다. 그리고, 변환부에는, 자리수 변환부에 의해 변환된 표시해야

할 프레임의 계조데이터와, 직전의 프레임의 계조데이터에 의해 특정되는 설정 계조데이터가 미리 기억되어 있다. 이와 같이 계조데이터의 자리수를 작게 하여 그 데이터량을 작게 함으로써, 변환부에서 설정 계조데이터를 특정하기 위한 데이터가 작게 되므로, 기억될 설정 계조데이터의 양이 작아지게 된다. 이로써, 변환부에서의 설정 계조데이터를 기억하기 위한 용량을 감소시킬 수 있다.

또한, 자리수 변환부에 의해 계조데이터의 자리수를 변환하는 경우는, 그 계조데이터가 나타내는 계조가 소정치 보다 명숙인 경우에는 하위자리수를 삭제하고, 암숙인 경우에는 상위자리수를 삭제한다. 이로써, 변환부에 의한 변환에 의해 크게 영향을 받는 계조데이터 부분을 남겨놓은 채로 계조데이터의 자리수를 작게 할 수 있고, 따라서 표시품위가 저하함을 억제할 수 있다.

또한, 본 발명의 액정 표시 장치의 구동방법은, 인가된 계조전압에 의해 계조표시가 가능한 액정셀을 포함하는 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치의 구동방법으로서, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 따라 미리 기억되어 있는 계조데이터 중에서 계조데이터를 특정하여, 특정된 계조데이터에 따른 계조 전압을 상기 화소에 인가하여 표시해야 할 프레임의 계조 표시를 행하도록 상기 액정 표시 장치를 구동하고, 상기 미리 기억되어 있는 계조데이터는, 그 계조데이터에 따라 상기 화소의 계조 표시를 행하는 경우에, 그의 계조데이터에 따른 계조 전압이 상기 화소에 인가되고 나서 1프레임에 상당하는 시간이 경과하였을 때의 그 화소의 휘도가, 원래 표시해야 할 휘도의 90% 내지 110%의 범위내에 들도록 설정되어 있다.

상기 범위를 넘도록 계조데이터를 이용하면, 그 계조데이터에 의해 표시되는 프레임의 휘도가 원래 표시해야 할 휘도, 즉 표시해야 할 프레임의 계조데이터가 나타내는 계조에 대응하는 휘도로부터 멀리 떨어진 휘도로서 관찰되게 되고, 그 프레임 이후의 프레임에서의 이상 표시를 가져오게 될 수 있다. 상기 방법에서는, 이러한 문제의 발생을 억제할 수 있다.

본 발명의 다른 목적, 특징 및 장점은 첨부 도면들을 참조한 이하의 설명으로부터 더욱 명백하게 될 것이다.

### 본 발명의 구성 및 작용

#### [실시예 1]

본 발명의 실시예에 대해서 도 1 내지 도 11을 참조하여 설명하면, 다음과 같다. 도 1은 본 실시예에 따른 액티브 매트릭스형 액정 표시 장치(LCD)의 구성을 나타낸 블록도이다. 또한, 도 1에서 액정패널(10), 소스드라이버(구동부)(12), 게이트드라이버(14) 등은, 상기 종래의 기술에서 도 14를 참조하여 설명한 것과 동일하므로, 도 1에서는 이들을 간략하게 나타낸다. 도 14 및 도 15에 나타낸 구성요소와 동일 기능을 갖는 구성요소에 대해서는 동일 참조 부호를 이용하여 나타낸다.

소스드라이버(12) 및 게이트드라이버(14)는, 콘트롤러(LCD 콘트롤러, 게이트어레이)(30)에 의해 제어된다. 콘트롤러(30)는, 소스버스라인(16)을 통해 각 화소에 인가되는 계조 전압을 지정하기 위한 계조 데이터(화상데이터)를 소스드라이버(12)에 대하여 전송한다. 여기서, 계조 데이터는 디지털 데이터이다. 또한, 콘트롤러(30)는 게이트드라이버(14)에 대하여 주사 타이밍을 지시하는 신호를 전송함과 동시에, 소스드라이버(12)에 대하여 상기 주사타이밍과 동기하여 계조 전압을 절환하여 출력하기 위한 신호를 전송한다.

콘트롤러(30)에 의해 소스드라이버(12)에 전송되는 계조 데이터는, 후술하는 룩업 테이블(LUT)을 구비한 메모리인 룩업 테이블 메모리(변환부, 메모리)(32)(이하, "LUT 메모리(32)"라 함)로부터 콘트롤러(30)에 대하여 출력된 것이다. LUT 메모리(32)는 SRAM에 의해 구성되어 있고, 2개의 입력을 갖고 있다. 이 2개의 입력 중 하나(이하, 제 1 입력이라 함)에는, 계조 데이터를 전송하는 데이터 버스 라인이 직접 접속되어 있고, 다른 쪽(이하, 제 2 입력이라 함)에는, 데이터 버스 라인이 프레임 메모리(기억부, 1 프레임 지연회로)(34)를 통해 접속되어 있다.

또한, 도 1에서는 LUT 메모리(32) 및 프레임 메모리(34)가 각각 1개 포함된 구성으로 되어있지만, 액정패널(10)이 RGB의 칼라 표시 가능한 것이고, 계조 데이터가 RGB의 칼라 데이터인 경우에는, LUT 메모리(32) 및 프레임 메모리(34)를 RGB의 계조 데이터 마다 독립적으로 구비할 수 있다. 또한, LUT 메모리(32) 대신에 FPGA(필드-프로그램머블 게이트 어레이)등의 연산 소자를 이용할 수 있다.

프레임 메모리(34)는, 1 프레임 만큼의 계조 데이터를 기억할 수 있는 FIFO(First-In First-out) 방식의 메모리이다. 따라서, 프레임 메모리(34)에서는 데이터의 입출력을 동시에 처리할 수 있다. 또한, 프레임 메모리(34)를 통하는 것에 의해, 간단한 구성으로 계조 데이터를 1프레임 만큼 지연시켜 출력할 수 있다.

따라서, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터(이하, "표시 프레임 계조 데이터"라 함)는, LUT 메모리(32)의 제 1 입력에 입력됨과 동시에 프레임 메모리(34)에도 입력된다. 이 때, 프레임 메모리(34)로부터는 표시할 프레임의 1 프레임 앞의 프레임(직전의 프레임)의 계조 데이터(이하, "앞 프레임 계조 데이터"라 함)가 출력되어, LUT 메모리(32)의 제 2 입력에 입력된다.

이 입출력관계를 도 2를 참조하여 설명한다. 도 2는 프레임 메모리(34)에 대한 계조 데이터의 입출력의 관계를 나타낸 타이밍차트이다. 데이터 버스 라인에 계조 데이터(DATA)가 존재하고 있음을 나타내는 신호(ENAB)가 하이(High)인 기간에, 프레임 메모리(34)에 표시 프레임 계조 데이터(FIFO(IN))가 순차 인가되고, 동시에 프레임 메모리(34)로부터 앞 프레임 계조 데이터(FIFO(OUT))가 순차 출력된다.

SRAM으로 이루어지는 LUT 메모리(32)의 핀 접속은 도 3과 같다. 도 3은 LUT 메모리(32)의 핀 접속도이다. LUT 메모리(32)의 어드레스(A0~A7)에는 표시 프레임 계조 데이터가, 어드레스(B0~B7)에는 앞 프레임 계조 데이터, 즉 프레임 메모리(34)의 출력이 입력된다. 그리고, LUT 메모리(32)에 기억된 룩업 테이블에 따라 이들의 입력에 의해 특정되는 계조 데이터가 출력된다. 구체적으로는, 어드레스(A0~A7) 및 어드레스(B0~B7)에 입력되는 각 계조 데이터에 따라 LUT 메모리(32)의 어드레스가 지정되어, 지정된 어드레스

에 기억되어 있는 계조 데이터가 어드레스(Y0~Y9)로부터 출력된다. 본 실시예에서는 LUT 메모리(32)에서 0비트로부터 9비트의 어드레스를 이용하여 계조 데이터를 출력시키고, 다른 어드레스(Y10~Y15)를 NC(논-커넥션)로 한다.

이와 같이, LUT 메모리(32)는 표시 프레임 계조 데이터와 앞 프레임 계조 데이터에 따라, 미리 정해진 LUT 메모리(32)에 기억된 룩업 테이블로부터 특정한 계조 데이터를 출력하게 된다. 이로써, 연산 등의 처리를 통하지 않고 계조 데이터의 변환을 행할 수 있어서, 처리 속도의 저하를 억제할 수 있다.

다음, LUT 메모리(32)에 기억된 룩업 테이블에 대해서 설명한다. 종래 기술 부분에서 도 14 및 도 15를 참조하여 설명한 바와 같이, 프레임 사이에서 화소의 계조가 변화하는 경우에는, 게이트 OFF 후에도 그 화소의 액정분자의 디렉터가 계속하여 변화하는 경우가 있다. 이 때, 액정분자의 디렉터의 변화에 기인하여 액정셀(22)의 전극 사이의 용량(이하, 간단하게 '액정셀(22)의 용량'이라 함)이 변화한다. 이 때문에, 액정셀(22)의 전극 사이의 전압(이하, 간단하게 '액정셀(22)의 전압'이라 함)이 게이트 ON 시에 인가된 계조 전압으로부터 변화하게 된다.

현재의 TFT를 구비한 액정패널의 표시구동에서는, 상기와 같은 바와 같이 소스드라이버에 디지털 데이터로서 계조 데이터가 보내어지며, 소스드라이버 측에서의 계조 변화 시에 그의 변화량마다, 또한 화소마다 출력하는 계조 전압을 변화시키기가 어렵다.

본 실시예에서는 상기한 액정셀(22)에서의 계조 변화 시의 용량 변화에 의한 계조 전압의 변동을 보충하는 것으로서, 특히 동화상 표시에 있어서 화질을 향상시키는 것이다. 이 때문에, 소스드라이버(12)로 보내는 계조 데이터를, 미리 정하여 LUT 메모리(32)에 기억시켜 놓은 룩업 테이블에 의해, 즉 앞 프레임 계조 데이터 및 표시 프레임 계조 데이터로 미리 설정된 정수를 특정함에 의해 결정하는 것이다. 이 룩업 테이블에 설정된 소스드라이버(12)로 보내기 위한 계조 데이터는, 직전의 프레임과 표시해야 할 프레임 사이의 액정 셀의 용량의 변화에 따라 정해지게 된다. 또한, LUT 메모리(32)를 이용함에 의해 구성이 간단하게 되고, 또한 처리속도를 용이하게 향상시킬 수 있기 때문에 바람직하다.

프레임 사이에서 계조가 변화하는 경우에는, 후 프레임에 인가하는 계조 전압의 값으로서, 그 프레임 사이에서의 액정셀(22)의 용량변화의 비율에 따른 값을 부가한 값으로 하는 것이 바람직하다. 이로써, 액정분자의 디렉터의 변화가 종료한 후, 즉 액정분자의 응답이 완료된 후에, 액정셀(22)의 전압이 표시하고 싶은 계조 휘도에 따른 계조전압(이하, '이상계조전압'이라 함)으로 되도록 할 수 있다. 단, 실제로는 액정분자의 응답속도 등에 의해 적절한 전압치가 변화할 수 있다.

여기서는, 간단화를 위해, 게이트 ON 시에는 액정분자가 거의 응답하지 않고, 프레임의 기간 내에는 액정분자의 응답이 완료하는 것으로 가정한다. 이 경우에, 액정분자의 응답 완료 시에 액정셀(22)의 전압이 이상계조전압으로 되도록 게이트 ON 시에 인가해야 할 계조 전압을 결정하는 방법의 일례에 대해서 설명한다.

계조수가 256의 경우, 0, 1, 2, ..., n, ..., m, ..., 255 계조일 때의 계조 전압을, 각각 V0, V1, V2, ..., Vn, ..., Vm, ..., V255로 하고, 각 계조에서의 액정셀(22)의 용량을 C0, C1, C2, ..., Cn, ..., Cm, ..., C255로 한다. 또한, 이들은 액정셀(22)이 정상상태 일때, 즉 정지 화상표시 일때의 값이다.

어떤 화소에 n 계조가 표시되고 정상상태로 되어 있다고 하면, 이 때의 액정셀(22)의 전압은 Vn이고 액정셀(22)의 용량은 Cn이라 한다. 이 때, 다음 프레임에서 m 계조의 표시로 변경하는 경우, 액정셀(22)에 축적되어야 할 전하량(Q)은,

$$Q=Cm \times Vm \quad \cdots (1)$$

이 된다. 그러나, 상기 가정(게이트 ON 시에 액정분자가 거의 응답하지 않는 것으로 가정)에 근거하면, 액정셀(22)의 용량이 Cn에서 Cm으로 변화하기 전이고, 또한 액정셀(22)의 용량이 아직 Cn의 상태에서, TFT(20)가 OFF로 된다. 따라서, 이 시점에서 액정셀(22)에 Vn을 인가한 경우에 실제로 액정셀(22)에 축적되는 전하량(Q')은,

$$Q'=Cn \times Vm \quad \cdots (2)$$

으로 된다. 즉, 액정셀(22)이 전하를 Q만큼 축적하기 위해 필요한 전압 V'을 구하면, (1)에 의해,

$$Q=Cn \times V'=Cn \times (Cm/Cn \times Vm) \quad \cdots (3)$$

이 성립함으로써,

$$V'=Cm/Cn \times Vm \quad \cdots (4)$$

로 된다.

룩업 테이블로서 LUT 메모리(32)에 기억된 계조 데이터(이하, 설정 계조 데이터라 함)는, 상기 식(4)에 따라 얻어지는 결과에 액정셀(22)의 계조 사이의 응답성, 화소의 부하 용량(24)등을 고려하여 결정한다. 또한, 액정패널(10)에 있어서 실제의 계조 사이의 응답성을 시각적으로 판단하여 결정할 수도 있다. 어느 방법에 의해서 결정할 경우도 큰 차이는 생기지 않지만, 시각적으로 결정한 경우에는 인간의 감각에 의한 영향도 포함되게 된다.

룩업 테이블의 구체예에 대해 설명한다. 도 4는 액정패널(10)에서의 각 계조와 계조 전압의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 5는 액정패널(10)에서의 각 계조와 액정셀(22)의 용량(상대치)의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 4 및 도 5의 데이터와, 상기 식 (4)에 따라서 룩업 테이블을 작성하면 도 9와 같이 된다. 도 9는 도 4, 도 5 및 상기 식(4)에 따라 구해진 룩업 테이블을 나타낸다. 또한, 도 9의 제 1 열, 번째는 LUT 메모리(32)의 어드레스(80~87)에 입력되는 계조 데이터, 즉 앞 프레임 계조 데이터를 나타내고, 도 9의 제 1 행, 번째는 LUT 메모리(32)의 어드레스(A0~A7)에 입력되는 계조 데이터, 즉 표시 프레임 계조 데이터를 나타낸다. 그리고, 앞 프레임 계조 데이터로 특정되는 소정의 행에 속하며, 또한 표시 프레임 계조 데이터로 특정되는 소정의 열에 속하는 값이, 그의 앞 프레임 계조 데이터 및 표시 프레임 계조 데이터에

대하여 출력되는 설정 계조 데이터를 나타낸다. 또한, 도 9에는, 앞 프레임 계조 데이터 및 표시 프레임 계조 데이터가 각각 0, 32, 64, 96, 128, 160, 192, 224, 255의 각 계조의 경우 만을 나타낸다.

도 9의 록업 테이블에서는, 정지 화상 표시의 경우, 즉 앞 프레임 계조 데이터와 표시 프레임 계조 데이터가 같은 경우, LUT 메모리(32)에 입력되는 8비트 데이터 범위(v0에서 v255)는 128 계조로부터 383계조(256계조만큼)로 변환된다(LUT 메모리(32)에 입력되는 계조 데이터를, v0, v1, ..., v255 라 함). 이와 같이 변환하는 것은, 다음에 설명하는 동화상표시의 경우에 있어서 출력하는 설정 계조 데이터, 즉 콘트롤러(30)에 입력되는 계조 데이터가 부의 값으로 될을 피하기 위한 것이다. 즉, 입력되는 계조 데이터를 128계조 시프트시킴으로써, 부의 값으로 될 설정 계조 데이터를 128계조 미만의 정의 값의 설정 계조 데이터에 대응하게 할 수 있다. 따라서, 도 4 및 도 5에서의 계조, 및 도 9 내지 도 11에서의 앞 프레임 계조 데이터 및 표시 프레임 계조 데이터는 시프트 전의 계조 데이터이고, 도 9 내지 도 11에서의 설정 계조 데이터는 시프트 후의 계조 데이터이다.

또한, 동화상표시의 경우, 즉 앞 프레임 계조 데이터와 표시 프레임 계조 데이터가 다른 경우, 120계조 내지 391계조의 범위내로 변환된다. 따라서, 동화상표시의 경우에는, 정지 화상 표시의 경우의 설정 계조 데이터의 범위를 포함하고, 또한 그 범위보다 넓은 범위의 설정 계조 데이터로 변환된다. 소스드라이버(12)도 이것에 따른 넓은 범위의 계조 전압을 출력할 수 있다. 즉, 소스드라이버(12)는 액정셀(22)의 흑 표시에 대응하는 계조 전압으로부터 백 표시에 대응하는 계조 전압까지의 범위에 대하여, 그의 상하에서의 소정의 범위의 전압도 출력할 수 있다.

이러한 설정 계조 데이터에 대한 계조 전압의 값의 관계를 도 12에, 또한 상기 계조 전압에 대한 휘도(%)의 관계를 도 13에 나타낸다. 도 12는 설정 계조 데이터와 계조 전압의 값의 관계를 나타낸 그래프이고, 도 13은 계조 전압과 휘도의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 6 내지 도 8은 록업 테이블을 이용하여 계조 데이터를 보정한 경우와, 보정하지 않은 경우에 있어서, 표시의 절환 응답 특성을 나타낸 그래프이다. 여기서, 도 6은 도 9의 록업 테이블의 경우이고, 제 0 프레임과 제 1 프레임 사이에서, 흑표시(v0)로부터 백표시(v255)로의 절환, 그 후의 백표시를 유지한 경우의 휘도(%)의 변화를 나타낸다.

제 0 프레임으로부터 제 1 프레임으로의 절환 순간에 휘도가 0%로부터 100%로 변화하는 것이 이상적이다. 그러나, 실제로는 액정분자의 응답속도의 지연, 또는 액정셀(22)의 용량변화에 기인하여 서서히 휘도가 상승한다. 여기서, 보정을 하지 않은 경우에는, 상기의 이유에 의해 1프레임 경과 후에도 휘도가 100%에 도달하지 않는다. 이와 같이, 1프레임 경과 후에도 휘도가 이상치에 도달하지 않는 경우에는, 표시가 입력된 신호에 따르지 않게 된다. 주어진 프레임에 표시될 계조의 휘도를 얻기 위해서는, 그의 프레임 내에서 휘도가 이상치에 도달할 필요가 있다. 보정을 행한 경우에는, 액정셀(22)의 용량 변화에 의한 영향이 억제되기 때문에 응답성이 개선된다.

그러나, 액정분자의 응답속도가 지연된 조건에서는 상기 보정으로는 응답성이 충분히 개선되지 않는 경우도 있다. 도 7은 액정분자의 응답속도가 지연된 조건으로서, 예컨대 제 0 프레임과 제 1 프레임 사이에서 중간조 표시(v32)로부터 중간조 표시(v192)로 절환되고, 그 후 중간조 표시(v192)를 유지한 경우의 휘도(%)의 변화를 나타낸다. 이 경우, 상기 보정을 하더라도 1 프레임 경과 후에도 휘도가 이상치에 도달되지 않는다. 이러한 액정분자의 응답속도가 지연된 계조 변화에서는, 도 9의 록업 테이블에서의 설정 계조 데이터에 대하여, 그 지연된 만큼을 더한 값을 설정 계조 데이터로 함이 바람직하다. 그의 값을 얻기 위해서는, 그의 값을 계산하는 것은 곤란하지만, 액정분자의 응답속도를 고려하여 계산하고, 또한 실제의 표시에 따라서 그의 값을 수정함에 의해 결정할 수 있다.

또한, 설정 계조 데이터의 값을 수정하는 경우에는, 상기 식(4)에 기초하는 도 9의 록업 테이블에서의 설정 계조 데이터의 값에 대하여 10 계조 정도의 범위 내로 설정하는 것이 바람직하다. 설정 계조 데이터를 수정한 경우에는, 표시하는 휘도가 이상치를 넘는 경우가 있지만, 설정 계조 데이터가 상기 범위내이면, 표시하는 휘도가 이상치를 넘는다고 해도 1 프레임 내에서 이상치로 복귀된다고 생각된다. 단, 이 범위는 표시 계조 또는 액정재료, 표시 모드 등에 의해 다른 경우도 있다.

이와 같이 구해진 설정 계조 데이터를 도 10에 나타낸다. 도 10은, 도 9의 록업 테이블을 수정한 록업 테이블의 일례이다. 또한, 도 10에서는 도 9로부터 변경한 설정 계조 데이터에 밑줄을 병기한다.

도 10의 설정 계조 데이터에서도, 정지 화상 표시의 경우, v0로부터 v255는 128계조로부터 383계조(256계조 만큼)로 변환된다. 도 10의 록업 테이블에서는 도 9의 것에 대하여, 상대적으로 계조수가 낮은 중간조 표시로부터 상대적으로 계조수가 높은 중간조 표시로 변화하는 경우의 설정 계조 데이터의 값이 커지게 된다. 이는, 이러한 변화에 있어서 액정분자의 응답속도가 특히 느리기 때문이다. 또한, 반대로 상대적으로 계조수가 높은 중간조 표시로부터 상대적으로 계조수가 낮은 중간조 표시로 변화하는 경우 설정 계조 데이터의 값을 변경할 필요가 있는 경우도 있다.

도 8은 상기와 같이 제 0 프레임과 제 1 프레임 사이에서 중간조 표시(v32)로부터 중간조 표시(v192)로 절환되고, 그 후 중간조 표시(v192)를 유지한 경우의 휘도(%)의 변화를 나타낸다. 단, 도 8의 경우는, 도 10의 록업 테이블의 보정시에 이용한다. 이 경우, 상기 보정을 행함으로써 1 프레임 경과 후에는 휘도가 이상치에 도달하게 된다.

또한, 소스드라이버(12)가 액정셀(22)의 흑표시에 대응하는 계조 전압으로부터 백표시에 대응하는 계조 전압까지의 범위 외의 전압을 출력할 수 없는 경우에는, 도 11에 나타낸 바와 같이 중간조 표시의 범위에서만 보정을 행하도록 설정 계조 데이터를 정하면 된다. 도 11은, 상기와 같은 소스드라이버(12)를 이용한 경우의 록업데이터의 일례이다.

이 경우, 설정 계조 데이터는 0계조로부터 255계조(256계조 만큼)로 된다. 이 보정에서는, 백표시로부터 흑표시로 절환과 같은 계조 변화에 있어서는 보정의 효과는 얻어지지 않지만, 중간조 표시의 범위에서의 절환에 있어서 응답속도의 개선이 얻어져, 동화상 표시성능을 향상시킬 수 있다.



여기서, 록업데이블에 설정되는 설정 계조 데이터에 대한 설명을 보충한다.

도 9에 나타난 록업데이블은, 스텝 총방전 특성에 따라 설정된 것이지만, 액정분자의 응답에 요하는 시간(응답시간)에 있어서는 부적절한 것도 있다. 따라서, 액정분자의 응답시간이 긴 것을 고려하여, 도 10에 나타난 록업데이블과 같이, 용량변화에 근거하는 보정(상기 식 (4)에 근거하는 보정)보다 더 크게 보정한 설정 계조 데이터를 설정함이 바람직하다. 여기서, 단순하고 효과적이지만, 실제로는 사용할 수 없는 보정방법을 설명하는 것으로서, 상기와 같은 보정을 행하는 경우의 효과를 설명한다.

도 31은 계조 전압과 휘도의 관계를 나타낸 가상적인 그래프이다. 도 31에서는, 표시 계조 전압, 즉 휘도가 0%로부터 100%까지 변화하는 범위에 대응하는 계조 전압의 외측에, 보정을 위해 이용되는 계조 전압인 오버블랙 계조 전압(OB) 및 오버하이트 계조 전압(OV)을 가정한다. 오버블랙 계조 전압(OB) 및 오버하이트 계조 전압(OV)은 임의의 계조 변화의 조합에 대하여, 각각 충분한 고전압 및 저전압으로 되도록 설정되어 있다. 즉, 도 9에 나타난 록업데이블에서 모든 설정 계조 데이터에 대응하는 계조 전압에 대하여, 오버블랙 계조 전압(OB)은 충분한 고전압으로 되도록 설정되어 있고, 오버하이트 계조 전압(OV)은 충분한 저전압으로 되도록 설정되어 있다. 또한, 흑표시(휘도 0%)에 대응하는 계조 전압을 블랙 계조 전압(B); 백표시(휘도 100%)에 대응하는 계조 전압을 화이트 계조 전압(W)으로 한다.

여기서, 어두운 계조로부터 밝은 계조로 변화시킬 때에 오버하이트 계조 전압(OV)을 적용하고, 밝은 계조로부터 어두운 계조로 변화시킬 때에 오버블랙 계조 전압(OB)을 적용하면, 모든 계조 변화에 대한 액정분자의 응답을 1 프레임 이내에 완전하게 하는 것이 가능하다.

그러나, 이러한 보정을 하면, 실제로는 다음과 같은 결점이 발생된다. 도 32는, 제 0 프레임의 개시와 동시에, 흑표시로부터 백표시로 전환되고, 그 후 제 1 및 제 2 프레임에서 백표시를 유지할 때의 계조 전압 및 휘도의 변화를 나타낸 그래프이고, 실선은 제 0 프레임에서 오버하이트 계조 전압(OV)을 이용한 경우를 나타내며, 파선은 제 0 프레임에서 화이트 계조 전압(W)을 이용하는 경우, 즉 보정을 하지 않은 경우를 나타낸다. 또한, 도 33은, 제 0 프레임의 개시와 동시에, 흑표시로부터 회표시(휘도 50%)로 전환되고, 그 후 제 1 및 제 2 프레임에서 회표시를 유지할 때의 계조 전압 및 휘도의 변화를 나타낸 그래프이고, 실선은 제 0 프레임에서 오버하이트 계조 전압(OV)을 이용한 경우를 나타내며, 파선은 제 0 프레임에서 회표시에 대응하는 그레이 계조 전압(G)을 이용한 경우, 즉 보정을 하지 않은 경우를 나타낸다. 도 32에서는, 오버하이트 계조 전압(OV)을 이용할 때에, 보정을 하지 않은 경우의 프레임 사이에서의 단계적인 응답이 해소되어, 양호한 고속 응답을 나타내게 된다. 그런데, 도 33에서는, 오버하이트 계조 전압(OV)을 이용할 때에, 제 1 프레임의 개시 전에 백표시에 도달하게 된다. 즉, 목표로 하는 계조를 훨씬 넘어서 응답하게 된다. 물론, 오버하이트 계조 전압(OV)을 이용하는 경우는 원하는 계조에 도달하는 데 요하는 시간이, 약 1/6 프레임 시간으로 되어, 응답 시간 단축 효과는 있다고 하지만, 예컨대 응답시간이 단축되었다고 해도 목표로 하는 계조가 얻어지지 않으면 의미가 없다. 또한, 목표 계조를 훨씬 넘은 응답은 그 후의 제 1 프레임 이후에 악영향을 주게 된다. 즉, 목표를 훨씬 넘은 계조로부터 목표로 하는 계조로 되돌리기 위해서, 2 내지 3프레임 시간을 필요로 하게 된다. 상기 제 1 프레임 이후에서는, 응답시간 단축을 위한 보정은 행하여지지 않는다. 왜냐하면, 제 1 프레임 이후에 표시해야 할 계조는 회표시로 일정하게 되어, 계조 변화가 없고, 정지 화상표시로 취급되기 때문이다.

이상의 예는 대단히 극단적이지만, 응답시간이 단축되더라도 1 프레임 시간이 경과하였을 때의 표시 계조가 목표로 하는 계조와 크게 다르게 되도록 보정을 행하면, 동일한 현상이 일어나게 된다. 이 현상이 발생됨을 방지하기 위해서는, LUT 메모리(32)의 록업데이블에 설정되어야 할 설정 계조 데이터가, 그의 설정 계조 데이터에 따른 계조 전압이 인가되고 나서 1프레임에 상당하는 시간(1프레임시간)이 경과할 때, 즉 다음 프레임에서의 계조 전압이 인가되기 직전에 표시되고 있는 휘도가, 목표로 하는 휘도(표시해야 할 계조의 휘도, 이상치)에 대하여 90%~110%의 범위, 즉 휘도의 오차가  $\pm 10\%$ 의 범위로 되는 계조인 것이 바람직하다. 이 범위를 넘는 설정 계조 데이터를 이용하면, 그 설정 계조 데이터에 의해 표시되는 프레임의 휘도가 목표로 하는 휘도로부터 멀리 떨어진 휘도로서 관찰될 뿐만 아니라, 그 프레임 이후의 프레임에서의 이상표시를 가져오게 될 수 있다. 이 점은 이하에 설명하는 다른 실시예에 대해서도 마찬가지이다.

상기 휘도의 오차가  $\pm 10\%$ 의 범위로 되도록 설정 계조 데이터를 설정함이 바람직한 점은, 다음 실험에 의해 확인되었다.

도 40에 나타난 평가 영상을 9종류의 디스플레이에 표시하고, 그의 평가 영상을 50명의 피실험자에게 주관적으로 평가하는 실험을 행하였다. 도 40은 이 실험에 이용된 평가 영상을 나타낸 개념도이다. 이 평가 영상은, 중간조의 수평 계조 바로 이루어지는 표시 패턴 상에, 중간조의 수직 바를 수평방향으로 스크롤시킨 것이다. 이 평가 영상의 표시영역은 640도트×480도트이다. 또한, 수평 계조 바는 64계조, 96계조, 128계조, 160계조, 192계조의 각 수평 바를 위로부터 이 순서대로 한줄로 배열한 것이며, 수직 바는 64계조, 128계조, 192계조의 것을 랜덤하게 변화시킨 것이다. 또한, 수직 바의 수평 방향의 스크롤 속도는 4도트/프레임(60Hz)이다.

피실험자에 의한 평가항목은, 수직 바의 주변의 에지의 얼룩이며, 도 41에 나타난 기준으로 판정한다. 도 41은 본 실험의 평가기준을 나타낸 도표이다. 실험에 이용된 9종류의 디스플레이의 각 형태는, 도 42에 나타난 바와 같고, 각 디스플레이에서는 휘도의 오차가 도 42에 나타난 범위에 들도록 설정된다. 도 42는 본 실험에 이용된 각 디스플레이의 형태, 각 디스플레이에 설정되어 있는 휘도의 오차, 및 평가결과를 나타내는 도표이다. 평가결과, 도 41에 나타난 평가기준의 점수의 전체 피실험자 사이에서의 평균치로 나타내고 있다. 액정 표시 장치로서의 액정 텔레비전에서는, CRT 등의 임펄스형 디스플레이와 같이 휘도 오차가 0%, 평가결과 5.0으로 하는 것은 어렵지만, 휘도 오차가  $\pm 10\%$  이내에서는 평가결과 3.0 이상으로 되어, 많은 피실험자가 적어도 표시 에러가 현저하게 되지 않는 것으로 판단하였다. 따라서, 휘도 오차가  $\pm 10\%$  이내에서는 실용상 문제가 없는 레벨임을 알았다.

록업데이블에 미리 설정 계조 데이터를 설정함으로써 보정을 행하는 본 발명의 보정방법은, 액정패널(10)의 전기적 특성 뿐만 아니라, 액정분자의 응답 특성, 인간의 시각 특성에도 조합된 적절한 보정 계조를 설정할 수 있는 점에서, 특히 범용성에서 우수한 보정 방법인 것이다.



LUT 메모리(32)에 의한 변환을 연산화하여, 메모리 용량의 삭감, 접속 핀수의 삭감 등을 실현하는 연구도 가능하다. 이러한 경우에도, 계조 변화에 있어서, 1 프레임시간이 경과하였을 때에 표시하고 있는 계조의, 목표로 하는 계조에 대한 오차가  $\pm 10\%$  이내에 들도록 하는 것이 바람직하다. 예컨대, 서로 가까운 계조 사이에서의 응답속도가 느린 것에 의한 계조치를 피드백하여, 작은 변화를 보상하는 바와 같은 연산방식으로 합이 바람직하다.

이상과 같이, 본 실시예에, 다른 액정 표시 장치는, 각 화소에 있어서 각 프레임 사이의 계조 변화를 인식하기 위해서 앞 프레임 계조 데이터를 기억하는 프레임 메모리(34)를 갖고 있다. 그리고, 미리 LUT 메모리(32)에 기억시킨 룩업테이블을 참조하여, 프레임메모리(34)에 기억하고 있는 앞 프레임 계조 데이터와, 표시 프레임 계조 데이터에 따라 특정된 설정 계조 데이터를 콘트롤러(30)에 출력한다. 즉, LUT 메모리(32)는 앞 프레임 계조 데이터와 표시 프레임 계조 데이터에 따라서, 기억된 룩업테이블에 의해 계조 데이터를 변환하여 출력한다.

LUT 메모리(32)로부터 콘트롤러(30)에 출력된 계조 데이터는, 소스드라이버(12)에 인가된다. 그리고, 소스드라이버(12)에 의해 그의 계조 데이터에 대응하는 계조 전압이 소스버스라인(16)을 통해 그의 계조 데이터에 대응하는 화소의 액정셀(22) 및 부하용량(24)에 인가되고, 그의 화소에 계조 표시가 행해진다.

룩업테이블에 의한 계조 데이터의 변환은, 계조 변화 시에 원하는 계조 표시가 얻어지도록 계조 전압에 대응하는 계조 데이터로의 변환이다. 이로써 액정패널(10)에 최적의 계조 전압을 인가할 수 있고, 특히 동화상의 품질을 향상시킬 수 있다.

또한, 룩업테이블을 설정할 때는, 간단하게는 상기 식 (4)에 따라 할 수 있지만, 실제의 액정셀(22)에서는 게이트 ON 때부터 액정분자가 서서히 응답하기 때문에, 그의 계산치로부터 변동하게 된다. 특히 1 프레임 이내에 액정분자의 응답이 완료하지 않는 경우에는, 계산치보다 보정량을 크게 하는 것이 바람직하다.

LUT 메모리(32)로서 SRAM을 이용하면 프레임 주파수가 높은 고세밀 화상데이터에도 대응할 수 있기 때문에 바람직하다.

이와 같이 함에 의해, 콘트롤러(30)로부터 출력되는 데이터를 종래와 마찬가지로 소스드라이버(12) 등에 대하여 출력할 수 있다. 즉, 콘트롤러(30) 이후의 구성으로서, 종래의 소스드라이버(12) 등을 이용할 수 있다.

단, 종래와 마찬가지로 소스드라이버(12)의 경우에는, 소스드라이버(12)가 출력할 수 있는 계조 전압의 범위가, 액정셀(22)의 백표시에 대응하는 계조 전압과 흑표시에 대응하는 계조 전압 사이로 한정되는 경우가 있다. 이 경우에는, 예컨대 표시를 백표시로부터 흑표시로 변화시킬 때에, 흑표시에 대응하는 계조 전압을 그대로 출력할 수밖에 없고, 적절한 보정을 할 수 없는 경우가 있다. 이에 대하여, 소스드라이버(12)가 백표시에 대응하는 계조 전압과 흑표시에 대응하는 계조 전압의 범위 외의 계조 전압(예컨대, 백표시에 대응하는 계조 전압보다 위의 계조 전압, 및 흑표시에 대응하는 계조 전압보다 아래의 계조 전압)을 출력하는 것이 가능하면, 상기와 같은 경우에도 적절한 보정이 가능하게 된다.

보정후에도 액정셀(22)에 계조 전압을 인가하기 때문에, 본 실시예에서는 LUT 메모리(32)를 이용하여 앞 프레임 계조 데이터와 표시 프레임 계조 데이터에 의해 인가하는 계조 전압에 대응하는 계조 데이터를 선택한다. 이 때문에, 계조 변환을 간단하게 행할 수 있다.

이상과 같이, 본 실시예에서는 계조 변화 시에 발생하는 인가전압의 변환을, 그의 변환을 미리 가미한 계조 전압을 인가함에 의해 최소한으로 억제하고, 1 프레임 이내에 액정분자를 응답시킴으로써, 특히 동화상의 표시성능을 향상시킬 수 있다.

또한, LUT 메모리(32)를 이용함으로써, 계조 변화 시에 따르는 인가 전압의 변동을 가미한 계조 전압을 인가할 수 있는 시스템을, 보다 간단하게 구성할 수 있다.

이상과 같이, 본 실시예의 액정 표시 장치는, 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조 데이터에 따른 계조 전압을 인가함으로써 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치이고, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터 및 직전의 프레임의 계조 데이터가 입력되어, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터를 변환하여 출력하는 변환부, 상기 변환부에서 출력되는 변환된 계조 데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하는 구동부, 및 상기 화소에 포함되며, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하며, 상기 변환부에는, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터와 직전의 프레임의 계조 데이터에 의해 특정되는 출력해야 할 계조 데이터가 미리 기억되어 있다.

상기 변환부는, 상기 화소에 인가되어 있는 계조 전압이 변화하였을 때에 그 화소에서의 액정 셀의 전기 용량이 변화하는 것에 의한 계조 데이터와 상기 액정셀에서의 실제의 계조 표시의 변동을 작게하도록, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터를 변환한다. 구체적으로, 상기 변환부는, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조가 직전의 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조 보다 큰 경우에는, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조가 보다 커지도록 표시해야 할 프레임의 계조 데이터를 변환하고, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조가 직전의 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조 보다 작은 경우에는, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조 보다 작게 되도록 표시해야 할 프레임의 계조 데이터를 변환한다.

본 실시예의 액정 표시 장치는, 상기 액정 표시 장치에 있어서, 상기 변환부가 제 1 입력 및 제 2 입력을 갖고, 상기 제 2 입력에는, 입력된 계조 데이터를 기억하여 그 계조 데이터를 1프레임 만큼 지연시켜 출력하는 기억부가 접속되어 있고, 계조 데이터는, 상기 제 1 입력에 입력될과 동시에 상기 기억부를 통해 상기 제 2 입력에 입력되는 것이 바람직하다.

상기 구성에서는, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터를 변환부의 제 1 입력에 직접 입력함과 동시에 기억부를 통해 변환부의 제 2 입력에 입력한다. 이 기억부는, 입력된 계조 데이터를 1프레임 만큼 지연시켜 출력하는 것이다. 이로써, 간단한 구성으로 표시해야 할 프레임의 계조 데이터와 직전의 프레임의 계조 데이터를 변환부에 입력할 수 있다.

본 실시예의 액정 표시 장치는, 상기 변환부가 제 1 입력 및 제 2 입력을 가진 액정 표시 장치에 있어서, 상기 변환부가, 상기 제 1 입력 및 제 2 입력에 입력되는 계조 데이터에 의해 특정되는 어드레스에 기억되어 있는 계조 데이터를 출력하는 메모리인 것이 바람직하다.

상기 구성에서는, 연산 등의 처리를 통하지 않고 계조 데이터의 변환을 행할 수 있다. 따라서, 계조 데이터를 변환하는 처리를 설치함으로써 처리속도의 저하를 억제할 수 있다.

본 실시예의 액정 표시 장치는, 상기 임의의 액정 표시 장치에 있어서, 상기 구동부가 출력하는 계조 전압의 범위가, 정지화상을 표시할 때의 상기 액정셀의 계조 표시 범위에 대응하는 계조 전압의 범위를 포함하며, 또한 그 범위보다 넓은 것이 바람직하다.

액정셀에 의한 표시를 예컨대 계조 표시 범위의 상한(하한)으로 다른 계조로부터 변화시키는 경우, 액정셀의 용량의 변화에 의한 영향을 보정하기 위해서는 그의 상한(하한)에 대응하는 계조 전압 이상(이하)의 전압을 인가함이 바람직한 경우가 있다. 상기 구성에서는, 이러한 경우에 대응할 수 있도록 상기 보정을 적절하게 행할 수 있다.

본 실시예의 액정 표시 장치는, 상기 임의의 액정 표시 장치에 있어서, 상기 변환부에 기억되어 있는 계조 데이터가, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터를 정지화상으로서 표시하는 경우의 계조전압을  $V_m$ , 표시해야 할 프레임의 계조 데이터를 정지화상으로서 표시한 경우의 상기 액정셀의 전기 용량을  $C_m$ , 직전의 프레임의 계조 데이터를 정지화상으로서 표시한 경우의 상기 액정셀의 전기용량을  $C_n$ 으로 하였을 때,

$$V' = C_m / C_n \times V_m$$

에서 구해진 계조 전압에 대응하는 계조 데이터인 것이 바람직하다.

상기 구성에서는, 액정셀의 용량의 변화에 의한 영향을 보정할 수 있는 변환부에서 출력해야 할 계조데이터를, 상기 식에 따라 용이하게 설정할 수 있다.

본 실시예의 액정 표시 장치는, 상기 액정 표시 장치에 있어서, 상기 변환부에 미리 기억되어 있는 계조 데이터가, 그 계조 데이터에 따라 상기 화소의 계조 표시를 행하는 경우에, 그 계조 데이터에 근거하는 계조 전압이 상기 화소에 인가된 후에 1프레임에 상당하는 시간이 경과하였을 때의 그 화소의 휘도가, 원래 표시해야 할 휘도의 90% 내지 110%의 범위 내에 들도록 설정되어 있는 것이 바람직하다.

상기 범위를 넘는 계조 데이터를 이용하면, 그 계조 데이터에 의해 표시하는 프레임의 휘도가 원래 표시해야 할 휘도, 즉 표시해야 할 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조에 대응하는 휘도에서 많이 떨어진 휘도로서 관찰될 뿐만 아니라, 그 프레임 이후의 프레임에서 표시 이상을 야기할 수 있다. 상기 구성에서는, 이러한 문제의 발생을 억제할 수 있다.

#### [실시예 2]

본 발명의 제 2 실시예에 대해서 도 16 내지 도 19를 참조하여 설명하면 다음과 같다. 본 실시예에 따른 액티브 매트릭스형 액정 표시 장치의 구성은 기본적으로는 실시예 1에서 도 1을 참조하여 설명한 것과 동일하기 때문에, 여기서는 다른 점만 설명한다. 본 실시예에 따른 액티브 매트릭스형 액정 표시 장치에서는, LUT 메모리(32) 대신에 LUT 메모리(변환부, 메모리)(36)를 포함하며, LUT 메모리(36)의 입출력이 실시예 1의 경우와 다르게 되어 있다.

도 16은 본 실시예에 따른 LUT 메모리(36) 주변의 구성을 나타낸 블록도이다. LUT 메모리(36)에는, 표시 프레임 계조 데이터 및 앞 프레임 계조 데이터의 각 상위 비트(상위 자리수)만이 입력된다. LUT 메모리(36)는, 입력되는 표시 프레임 계조 데이터 및 앞 프레임 계조 데이터의 각 상위 비트에 따라, 미리 정해진 LUT 메모리(36)에 기억된 룩업테이블로부터 특정의 설정 계조 데이터를 출력하도록 되어 있다. LUT 메모리(36)로부터 출력되는 설정 계조 데이터도, 입력에 대응하는 상위 비트 만의 설정 계조 데이터이다. 그리고, LUT 메모리(36)로부터 출력된 상위 비트 만의 설정 계조 데이터 및 표시 프레임 계조 데이터의 하위 비트(하위 자리수)를 가산기(38)로써 가산하여 콘트롤러(30)에 입력한다.

실시예 1에서 설명한 바와 같이, 계조 데이터의 모든 비트에 따라 계조 데이터의 변환을 행함에 의해 최적의 변환, 즉 가장 오차가 적은 변환을 행할 수 있다. 그러나, 예컨대 8비트(256계조)의 계조 데이터에 있어서, 하위 2비트(4계조에 상당) 정도를 계조 데이터의 변환 시에 고려하지 않더라도, 그것에 의한 오차의 정도는 극히 작고, 실용상 문제가 없다고 생각된다. 한편, 계조 데이터의 상위 비트만에 따라 LUT 메모리(36)에 의한 변환을 행함으로써, 보다 용량이 작은 LUT 메모리(36) 및 프레임 메모리(34)를 이용할 수 있고, 장치의 비용 절감을 실현할 수 있다. 예컨대, LUT 메모리(36)는, 도 30에 나타낸 LUT 메모리(32)에 대하여, 표시 프레임 계조 데이터의 상위 비트를 입력하기 위한 어드레스(A0~A5), 앞 프레임 계조 데이터의 상위 비트를 입력하기 위한 어드레스(B0~B5), 및 변환된 상위 비트만의 설정 계조 데이터를 출력하기 위한 어드레스(Y0~Y5)만을 갖고 있으면 된다.

이와 같이, 계조 데이터의 변환 시에 하위 비트를 고려하지 않음에 의해, 프레임 사이에서 화소의 계조가 변화하는 경우에, (하위 비트의 값)/(전체 비트의 값)에 상당하는 오차가 생기게 된다. 그러나, 이 경우에도, 실시예 1에서 설명한 보정의 효과는 작게 되지만, 그의 효과가 없어지지 않는 것은 아니고, 충분한 효과를 얻는 것이 가능하다.

본 실시예의 구성에 있어서 적절한 룩업테이블을 LUT 메모리(36)에 설정하고, 적절한 룩업테이블을 LUT 메모리(32)에 설정한 실시예 1의 구성의 경우와 비교한다. 프레임 사이에서의 모든 계조 데이터의 변환에 대해서, 본 실시예의 구성에 의한 상위 6비트만에 근거하는 계조 데이터의 변환과, 실시예 1의 구성에 의한 8비트 전체에 근거하는 계조 데이터의 변환을 비교하면, 콘트롤러(30)에 입력되는 계조데이터(이하, 보정 계조 데이터라 한다. 실시예 1에서는 설정 계조 데이터가 보정 계조 데이터로 됨)에 있어서, 상기 2개의 실시예의 각 변환 사이의 차는 대부분의 경우에 4계조 미만으로 된다. 상기 차이가 4계조 이상으로 되는 것은, 인접한 프레임 사이에서 전체 65536 종류의 계조 변화 조합에서 334 종류로 되고, 그의 비율은 약 0.5%이다. 상기의 차이가 가장 크게 발생하는 것은, 앞 프레임 계조 데이터가 251계조, 표시 프레임

계조 데이터가 87계조의 경우이고, 그의 차는 보정 계조 데이터에 있어서 22계조, 계조 전압의 차에 있어서 0.35V로 된다.

도 17은, 상기 비교에 있어서, LUT 메모리(32)에 설정한 룩업테이블의 일부를 나타낸 도표이고, 도 18은 LUT 메모리(36)에 설정한 룩업테이블의 일부를 나타낸 도표이다. 여기서, 보정(계조 데이터의 변환)을 행하지 않은 경우에서의 87계조에 대응하는 계조 전압은 4.025V이다. 또한, 앞 프레임 계조 데이터가 251계조이고 표시 프레임 계조 데이터가 87계조의 경우, 계조 데이터의 변환을 8비트 전부에 따라 행하였을 때의 계조 전압은 5.495V(1 계조에 상당)인데 대하여, 상위 6비트만에 따라 행하였을 때의 계조 전압은 5.145V(23계조에 상당)이다. 따라서, 계조 데이터의 변환을 8비트 전부에 따라서 행하였을 때와, 상위 6비트만에 따라서 행하였을 때의 계조 전압의 차는 0.35V(22계조의 차에 상당)로 된다. 그러나, 보정을 하지 않은 경우의 계조 전압은 4.025V인 데 대하여, 상위 6비트만에 근거하는 변환에 의한 보정을 행하는 경우의 계조 전압은 5.145V 이므로, 보정을 행하지 않은 경우에 대하여 1V 이상 큰 계조 전압을 인가하게 되어, 그의 효과가 커진다.

이상과 같이, 본 실시예에서는, 변환부를 구성하는 LUT 메모리(36)가, 표시 프레임 계조 데이터 및 앞 프레임 계조 데이터에 따라서, 표시 프레임 계조 데이터를 보정 계조 데이터로 변환한다. 이 때, LUT 메모리(36)는 표시 프레임 계조 데이터의 상위 비트(상위 자리수) 및 앞 프레임 계조 데이터의 상위 비트에 따라서, 기억하고 있는 상위 비트만의 설정 계조 데이터를 특정한다. 상위 비트로서 이용하는 비트수는 특히 한정되지 않지만, 예컨대 8비트에 대하여 상위 6비트를 이용하면 된다. 이와 같이, 계조 데이터의 미리 정해진 상위 비트에 따라서 계조 데이터의 변환을 행함에 의해, LUT 메모리(36)에서 취급하는 데이터량을 삭감할 수 있다. 따라서, 입출력 핀수가 보다 적고, 용량도 보다 작은 LUT 메모리(36)를 이용할 수 있고, 회로 부품의 간소화를 실현할 수 있다.

또한, LUT 메모리(36)에 의해 특정된 상위 비트만의 설정 계조 데이터에 대하여, 가산기(38)에 의해 표시 프레임 계조 데이터의 나머지의 나머지(하위 자리수)를 가산함에 의해 보정 계조 데이터로 하고, 콘트롤러(30)에 입력함이 바람직하다. 이 때, 가산기(38)도 변환부를 구성한다. 이로써, 상위비트만에 근거하는 계조데이터의 변환을 행함에 의해 발생하는 오차를 작게 할 수 있다.

또한, 하위비트에 대해서도, 앞 프레임 계조 데이터의 하위비트에 따라서, 하위 비트 변환부(37)에 의해 표시 프레임 계조 데이터의 하위비트를 변환하여, 그 변환결과와 LUT 메모리(36)에 의해 특정된 상위비트만의 설정 계조 데이터를 가산기(38)에 의해 더욱 가산하도록 할 수 있다. 이 경우의 구성은 도 19와 같이 된다. 도 19는 본 실시예의 변형예에 따른 LUT 메모리(36) 주변의 구성을 나타낸 블록도이다. 이 때, 하위 비트 변환부(37)도 변환부를 구성한다.

표시 프레임 계조 데이터 및 앞 프레임 계조 데이터의 각 하위비트가 나타내는 값이 같은 경우는, 표시 프레임 계조 데이터의 하위비트를 그대로 가산하도록 할 수 있지만, 이들이 다른 경우에는 표시 프레임 계조 데이터의 하위비트를 변환하는 것이 좋다. 예컨대, 표시 프레임 계조 데이터의 하위비트가 앞 프레임 계조 데이터의 하위비트보다 큰 경우에는, 표시 프레임 계조 데이터의 하위비트를 보다 큰 값으로 변환하고, 반대로, 표시 프레임 계조 데이터의 하위비트가 앞 프레임 계조 데이터의 하위비트보다 작은 경우에는, 표시 프레임 계조 데이터의 하위비트를 보다 작은 값으로 변환하는 것이 좋다.

구체 예를 이용하여 설명하면 다음과 같다. 또한, 이하의 구체예에서 이용하는 2진수의 값은 설명을 위한 것이며, 반드시 실제의 값으로서 적절하다고 제한하지는 않는다. 앞 프레임 계조 데이터가 「00000000」이고, 표시 프레임 계조 데이터가 「10000011」이고, 실시예 1과 같이 8비트 모두에 따라 최적의 변환을 행하면 「11001100」으로 된다. 그리고, 상위 6비트를 이용하여 변환을 행하면 「110000(00)」으로 된다. 상위 6비트를 이용한 변환 결과에 대하여, 표시 프레임 계조 데이터의 하위 2비트인 「11」을 단순히 가산하면 「11000011」로 되고, 8비트 모두에 따라 최적의 변환을 행한 경우의 「11001100」과 비교하여 「1001」의 오차가 생긴다.

이것에 대하여, 표시 프레임 계조 데이터의 하위 2비트인 「11」이 앞 프레임 계조 데이터의 하위 2비트인 「00」보다 크기 때문에, 표시 프레임 계조 데이터의 하위 2비트를 하위 비트 변환부(37)에 의해 「100」으로 변환하고 나서 가산하면, 「1000100」으로 할 수 있다. 이 때의 오차는 「1000」으로 되고, 상기 단순히 가산한 경우보다 오차를 작게 할 수 있다. 하위 비트 변환부(37)는 LUT 메모리에 의해 구성될 수 있고, 단순한 연산을 행하는 연산회로로 구성할 수 있다. LUT 메모리에 의해 구성하는 경우는, LUT 메모리(36)의 경우와 마찬가지로, 입력되는 표시 프레임 계조 데이터 및 앞 프레임 계조 데이터의 각 하위비트에 따라서, 미리 정해진 룩업테이블로부터 특정의 데이터를 출력하도록 하면 된다. 또한, 하위 비트 변환부(37)로부터 출력하는 데이터는 엄밀한 것이 아니더라도 되기 때문에, 입력되는 표시 프레임 계조 데이터 및 앞 프레임 계조 데이터의 각 하위비트에 대하여, 미리 정해진 단순한 연산을 실시하여 출력하도록 하면 된다. 예컨대, 표시 프레임 계조 데이터의 하위비트와 앞 프레임 계조 데이터의 하위비트의 차의 정수배를, 표시 프레임 계조 데이터의 하위비트에 부가하여 출력하도록 할 수 있다.

이상과 같이, 본 실시예의 액정 표시 장치는, 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조 데이터에 따른 계조 전압을 인가함으로써 계조 표시를 행하는 액정표시장치로서, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터 및 직전의 프레임의 계조 데이터에 따라서, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터를 보정 계조 데이터로 변환하는 변환부, 상기 변환부에서 변환된 보정 계조 데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하는 구동부, 및 상기 화소에 포함되며, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하며, 상기 변환부에는, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터와 직전의 프레임의 계조 데이터에 의하여 특정되는 설정 계조 데이터가 미리 기억되어 있고, 특정한 설정 계조 데이터에 따라서 보정 계조 데이터를 생성한다.

상기 변환부는 상기 화소에 인가되어 있는 계조 전압이 변화하는 경우에 그 화소에서의 액정셀의 전기 용량이 변화하는 것에 의한 계조데이터와 상기 액정셀에서의 실제의 계조 표시와의 변동을 작게하도록, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터를 변환한다. 구체적으로, 상기 변환부는, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조가 직전의 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조보다 큰 경우에는, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조가 보다 크게 되도록 표시해야 할 프레임의 계조 데이터를 변환하여, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조가 직전의 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조 보

다 작은 경우는, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조 보다 작게 되도록 표시해야 할 프레임의 계조 데이터를 변환한다.

이 액정 표시 장치에서, 상기 변환부는 표시해야 할 프레임의 계조 데이터의 상위 자리수 및 직전의 프레임의 계조 데이터의 상위 자리수에 따라 설정 계조 데이터를 특정하여, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터의 상위 자리수를 특정한 설정 계조 데이터로 치환하여 변환하고, 그 변환결과에 따라 보정 계조 데이터를 생성하는 것이 바람직하다.

상기 구성에서는, 계조 데이터의 미리 정한 상위 자리수(상위 비트)에 따라 계조 데이터의 변환을 행한다. 이로써, 변환부에서 취급하는 데이터량을 삭감할 수 있어서, 변환부의 간소화를 실현할 수 있다. 예컨대, 변환부에서의 보정 계조 데이터를 기억하는 부분의 용량을 삭감할 수 있다.

본 실시예의 액정 표시 장치는, 상기 상위 자리수에 따라 변환을 행하는 액정 표시 장치에 있어서, 상기 변환부가, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터의 상위 자리수 및 직전의 프레임의 계조 데이터의 상위 자리수에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터의 상위 자리수를 변환함과 동시에, 변환된 표시해야 할 프레임의 계조 데이터의 상위 자리수와, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터의 하위 자리수를 가산함에 의해 보정 계조 데이터를 생성하는 것이 바람직하다.

상기 구성에서는, 계조 데이터의 나머지의 하위 자리수(하위 비트)를 가산함에 의해, 상위 자리수 만에 근거하는 변환을 행함에 의한 오차를 작게 할 수 있다.

또한, 본 실시예의 액정 표시 장치는, 상기 상위 자리수에 근거하는 변환을 행하는 액정 표시 장치에 있어서, 상기 변환부가, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터의 상위 자리수 및 직전의 프레임의 계조 데이터의 상위 자리수에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터의 상위 자리수를 변환함과 동시에, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터의 하위 자리수 및 직전의 프레임의 계조 데이터의 하위 자리수에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터의 하위 자리수를 변환하며, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터의 변환된 상위 자리수와 변환된 하위 자리수를 가산함에 의해 보정 계조 데이터를 생성하는 것이 바람직하다.

상기 구성에서는, 계조 데이터의 나머지의 하위 자리수를 변환하고 나서 가산함에 의해, 더욱 오차를 작게 할 수 있게 된다.

#### [실시예 3]

본 발명의 제 3 실시예에 대해서 도 20 내지 도 25를 참조하여 설명하면 다음과 같다. 본 실시예에 따른 액티브 매트릭스형 액정 표시 장치의 구성은, 기본적으로는 실시예 1에서 도 1을 참조하여 설명한 것과 동일하기 때문에, 여기서는 다른 점만 설명한다. 본 실시예에 따른 액티브 매트릭스형 액정 표시 장치에서는, LUT 메모리(32) 대신에 변환연산회로(40)를 포함하고 있다.

표시 프레임 계조 데이터 및 앞 프레임 계조 데이터에 따라, 간단한 연산만에 의해 적절한 계조 데이터로 변환하기란 어렵다. 그것은 그의 변환을 위한 연산에는, (a) 표시해야 할 계조에 따라 액정셀(22)의 전극 사이에 인가해야 할 전압(상기 식 (4)의  $V_m$ ), 및 (b) 직전에 표시하고 있는 계조에 대한 계조 변화에 기인하는 액정셀(22)의 전극 사이의 용량비(상기 식 (4)의  $C_m/C_n$ )가 필요하게 되지만, (a) 및 (b)의 값은 계조에 관한 단순한 함수 등에 의해 근대화될 수 없기 때문이다.

따라서, 본 실시예의 변환연산회로(40)에서는, 계조 데이터를 액정셀(22)의 전극 사이의 전압 및 용량에 상당하는 값으로 변환하기 위한 테이블을 이용하여, 그 테이블에 의한 변환결과에 대하여 연산을 행하고, 그 연산결과를 다시 대응하는 계조 데이터로 변환하는 처리를 행한다. 이러한 처리를 행함에 의해, 간단한 변환 및 연산으로 보정 계조 데이터를 생성할 수 있게 된다.

도 20은 본 실시예에 따른 변환연산회로(40) 주변의 구성을 나타낸 블록도이다. 변환연산회로(40)는, 제 1~제 3 LUT 메모리(42, 44, 46), 및 연산기(48)를 포함한다. 변환연산회로(40)에서, 표시 프레임 계조 데이터는 제 1 LUT 메모리(42)에 입력되고, 앞 프레임 계조 데이터는 제 2 LUT 메모리(44)에 입력된다. 제 1 LUT 메모리(42) 및 제 2 LUT 메모리(44)는, 각각 표시 프레임 계조 데이터 및 앞 프레임 계조 데이터의 각 계조에 대응하게 미리 설정되어 있는 수치 데이터를 기억하고 있으며, 입력되는 각 계조 데이터에 대응하는 수치 데이터를 출력하게 된다. 즉, 제 1 LUT 메모리(42) 및 제 2 LUT 메모리(44)에서는, 입력되는 각 계조 데이터를, 미리 설정된 대응하는 수치 데이터로 변환한다. 이하에서는, 제 1 LUT 메모리(42)에서의 변환을 수치변환 1, 제 2 LUT 메모리(44)에서의 변환을 수치변환 2이라 한다. 수치변환 1 및 수치변환 2에 의한 변환결과로서의 수치 데이터를 일반적으로 칭할 때에는, 각각 수치 데이터(A) 및 수치 데이터(B)라 한다. 제 1 LUT 메모리(42) 및 제 2 LUT 메모리(44)로부터 각각 출력되는 수치데이터(A) 및 수치데이터(B)는 연산기(48)에 입력된다. 연산기(48)에서는, 수치 데이터(A) 및 수치 데이터(B)가 간단한 연산, 예컨대 사칙연산을 행한다. 그 연산결과로서의 수치 데이터를 일반적으로 수치데이터(D)라 한다. 연산기(48)로부터 출력되는 수치데이터(D)는 제 3 LUT 메모리(46)에 입력된다. 제 3 LUT 메모리(46)는, 연산기(48)로부터의 수치데이터(D)에 대응하여 미리 설정하여 놓은 보정 계조 데이터를 기억하고 있으며, 입력되는 수치데이터(D)에 대응하는 보정 계조 데이터를 콘트롤러(30)에 대하여 출력하게 된다. 즉, 제 3 LUT 메모리(46)에서는, 입력되는 수치데이터(D)를 미리 설정된 대응하는 보정 계조 데이터로 변환한다. 이하에서는, 제 3 LUT 메모리(46)에서의 변환을 수치변환 3이라 한다.

또한,  $A+B$  는, 수치데이터(A)와 수치데이터(B)로 어떠한 연산을 행함을 나타낸다.

변환 및 연산의 예를 나타낸다. 액티브 매트릭스형 액정 표시 장치에서는, 발명이 해결하고자 하는 과제 부분에서 설명한 바와 같이, 표시해야 할 계조를 변화시킬 때에, 액정셀(22)내의 액정의 '유전율이 변화함에 의해, 액정셀(22)의 전압이 변화한다(전압 강하 또는 전압 상승이 발생된다). 이 때문에, 표시해야 할 계조에 알맞은 계조 전압을 인가할 수 없게 된다. 상기한 바와 같이, 액티브 매트릭스형 액정 표시 장치에서는, 표시해야 할 계조에 따라 액정셀(22)의 전극 사이에 인가해야 할 전압(상기 식 (4)의  $V_m$ ), 및 직전에 표시하고 있는 계조에 대한 계조 변화에 기인하는 액정셀(22)의 전극 사이의 용량비(상기 식 (4)의  $C_m/C_n$ )를, 간단한 함수로 나타내는 것은 곤란하다. 그 때문에, 계조 데이터를 직접 이용하여 연산함에 의

해 적절한 변환을 행하기가 어렵다.

따라서, 본 실시예에서는, 계조 데이터들, 액정셀(22)의 전압의 값 또는 액정셀(22)의 용량의 값을 반영한 수치로 일단 변환한다. 이 변환을 행하기 위해, 표시 프레임 계조 데이터 및 앞 프레임 계조 데이터의 각 계조에 대응하는 수치데이터를 제 1 LUT 메모리(42) 및 제 2 LUT 메모리(44)에 미리 기억시킨다. 그리고, 입력되는 표시 프레임 계조 데이터 및 앞 프레임 계조 데이터에 따라 제 1 LUT 메모리(42) 및 제 2 LUT 메모리(44)를 참조함에 의해, 대응하는 수치 데이터를 얻게 된다.

제 1 LUT 메모리(42) 및 제 2 LUT 메모리(44)에 기억시킨 수치데이터에 대해서는, 다음과 같이 정한다. 여기서, n 계조에 대하여 제 2 LUT 메모리(44)의 록업테이블에 기억시킨 수치데이터를 나타내는 계조를 n으로 한다. 또한, m 계조가 표시되어 정상상태로 되어있을 때의 액정셀(22)의 전압을  $V_m$ , 액정셀(22)의 용량을  $C_m$ , n 계조가 표시되어 정상상태로 되어있을 때의 액정셀(22)의 용량을  $C_n$ 으로 한다. 그리고, n 계조로부터 m 계조로 변화시킨 경우에 액정셀(22)의 전압으로서 필요한 전압(보정을 포함한 전압)을  $V_p$ 로 하면, 상기 식 (4)과 마찬가지로,

$$V_p = C_m / C_n \times V_m \quad \dots (5)$$

으로 될 수 있다.

따라서, m 계조에 대하여 제 1 LUT 메모리(42)의 록업테이블에 기억시킨 수치데이터를  $A_m = \alpha \times V_m \times C_m$ 으로 하고, n 계조에 대하여 제 2 LUT 메모리(44)의 록업테이블에 기억시킨 수치데이터를  $B_n = 1/C_n \times \beta$ 로 한다. 여기서,  $\alpha$  및  $\beta$ 에 대해서는 후술하지만, 이들은 미리 정한 정수이다. 그리고, 연산기(48)에서의 연산에서는, 수치데이터( $A_m$ )와 수치데이터( $B_n$ )의 곱으로 한다. 즉, 연산기(48)를 승산기로 한다. 그의 연산결과를 수치데이터( $D_p$ )로 하면,  $D_p = \alpha \times \beta \times V_p$ 가 된다. 그리고, 록업테이블로서 제 3 LUT 메모리(46)에 기억시키는 보정 계조데이터가 나타내는 계조를, 수치데이터( $D_p$ )에 대하여 P 계조로 한다. 이 P 계조는, 콘트롤러(30)를 통해 액정셀(22)에 전압( $V_p$ )을 인가하기 위한 계조이다.

즉, 변환연산회로(40)에서는,

$$m \rightarrow V_m, C_m \quad \dots (6)$$

$$n \rightarrow C_n \quad \dots (7)$$

$$A_m \leftarrow (V_m \times C_m) \times \alpha \quad \dots (8)$$

$$B_n \leftarrow (1/C_n) \times \beta \quad \dots (9)$$

$$D_p = A_m \times B_n \quad \dots (10)$$

$$P \leftarrow D_p \quad \dots (11)$$

의 변환 및 연산에 의해 계조 데이터의 변환을 행한다. 여기서, 식 (6) 및 식 (8)의 변환을 제 1 LUT 메모리(42)에서, 식 (7) 및 식 (9)의 변환을 제 2 LUT 메모리(44)에서, 식 (10)의 연산을 연산기(48)에서, 식 (11)의 변환을 제 3 LUT 메모리(46)에서 행한다. 또한, 식 (6)~식 (11)에 있어서  $\rightarrow$  또는  $\leftarrow$ 는 록업테이블을 이용한 변환을 나타내며,  $=$ 는 연산을 나타낸다. 또한, 여기서는 식 (8) 및 식 (9)도 록업테이블을 이용한 변환에 포함시키고 있지만, 이들은 연산에 의해 행할 수 있다. 또한, 식 (6) 및 식 (7)에 대해서도 연산에 의해 행할 수 있지만, 식 (6) 및 식 (7)을 연산에 의해 행하는 경우, 그의 연산이 복잡하게 될 것으로 예상되기 때문에, 상기 변환에 의한 것이 바람직하다.

상기 변환 및 연산의 내용에 대해서 더 상세하게 설명한다. 또한, 여기에서 이용되는 액정패널(10)은 도 21 및 도 22에 나타낸 특성을 갖는 것이다. 도 21은 본 실시예에서 이용하는 액정패널(10)의 정상상태에 있어서는 각 계조와 계조 전압의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 22는 본 실시예에서 이용되는 액정패널(10)의 정상상태에 있어서는 각 계조와 액정셀(22)의 용량(상대치)의 관계를 나타낸 그래프이다.

$V_m$  및  $C_m$ 은 도 21 및 도 22에서 독출되는 실수 값이기 때문에, 디지털의 연산에는 적합하지 않다. 따라서, 이들의 값을 등배하여 끝수를 반올림해야 함에 의한 오차가 생기기 어렵도록 할 필요가 있다. 여기서, 수치데이터( $A_m$ )는  $V_m \times C_m$ 의 값에 대응하는 것이고, 이 값의 계조 사이의 최소차는 0.008480이다. 따라서, 상기 오차를 없애도록, 예컨대  $V_m \times C_m$ 을 120배함에 의해 상기 최소차를 약 1로 한다. 또한, 수치데이터( $B_n$ )는  $1/C_n$ 의 값에 대응하는 것이고, 이 값의 계조 사이의 최소차는 0.000124이다. 따라서, 상기 오차를 없애기 위해, 예컨대  $1/C_n$ 을 8070배 함에 의해 상기 최소차를 약 1로 한다. 이 때,  $\alpha = 120$ ,  $\beta = 8070$ 이다.

이들  $\alpha$  및  $\beta$ 는 그 정도의 엄밀한 값이 아니더라도 되고, 가령 상기 최소차가 1 미만으로 되어 인접한 계조 데이터 사이에서 수치데이터( $A_m$ ) 또는 수치데이터( $B_n$ )가 동일한 값으로 되는 경우에도, 심각하게 큰 오차는 생기지 않는다. 또한, 실시예 2와 같이, 하위비트를 고려하지 않더라도 충분한 보정의 효과가 얻어지는 경우가 많다. 그것은 상기한 바와 같이, 4계조 정도의 오차이면 그 오차에 의한 표시로의 영향의 정도는 극히 작고, 실용상 문제가 없다고 생각되기 때문이다.

상기한 바와 같이,  $\alpha = 120$ ,  $\beta = 8070$ 으로 하면, 상기 식 (5), (8)~(10)에 의해,

$$A_m = 120 \times C_m \times V_m$$

$$B_n = 8070 \times (1/C_n)$$

$$D_p = A_m \times B_n = 8070 \times 120 \times V_p$$

로 된다. 또한, 상기 각 식에 따라서 수치데이터( $A_m, B_n, D_p$ )를 산출하는 경우에는, 소수점 이하를 절사한다.

이 경우, 도 21 및 도 22에 나타낸 그래프의 값으로부터, 수치데이터( $A_m$ )는 964( $m=0$ )로부터 219( $m=255$ )의

값이 되고, 수치데이터(Bn)는 5523 (n=0)으로부터 7926(n=255)의 값으로 된다. 이를 값을 그대로 이용할 수 있지만, 수치데이터를 시프트하여 보다 작은 값으로 설정함에 의해 용량의 삭감을 실현할 수 있다.

$$Bn=8070 \times (1/Cm)-5523$$

$$Dp=Am \times (Bn+5523)-1209537$$

과 같이 수치데이터(Bn)를 시프트하여 수치데이터(Bn)의 최소치가 0으로 되도록 한 것을 이용함이 바람직하다. 이로써, 제 2 LUT 메모리(44)의 용량을 삭감할 수 있다. 또한, 수치데이터(Am)에 대해서도 수치데이터(Bn)와 같이 하여 최소치가 0으로 되도록 시프트시킬 수 있다. 단, 수치데이터(Am)은 964(m=0)로부터 219(m=255)의 값에서 10 비트 만큼의 메모리 용량이 필요하지만, 시프트시킨 경우에도 745(m=0)로부터 0(m=255)의 값에서 마찬가지로 10 비트 만큼의 용량이 필요하게 된다. 따라서, 용량적으로는 변하지 않기 때문에, 시프트시키지 않아도 된다.

이 때, 표시 프레임 계조 데이터와 수치데이터(Am)의 관계, 앞 프레임 계조 데이터와 수치데이터(Bn)의 관계, 수치데이터(Dp)와 계조 데이터(P)의 관계는, 각각 도 23 내지 도 25와 같게 된다. 도 23 내지 도 25는 상기 각 관계를 나타낸 도표이다.

수치데이터(Am, Bn, Dp)를 각각 제 1 LUT 메모리(42), 제 2 LUT 메모리(44), 제 3 LUT 메모리(46)에 기억시켜 놓은 경우, 보다 작은 용량의 메모리를 이용하도록 하기 위해서는, 실시예 2와 마찬가지로 표시 프레임 계조 데이터 및 앞 프레임 계조 데이터의 예컨대, 상위 6비트 만에 따라서 제 1 LUT 메모리(42) 및 제 2 LUT 메모리(44)에 의한 변환을 행하도록 한다. 이 경우에도, 보정의 효과가 거의 손상되지 않도록 할 수 있다.

이상과 같이, 본 실시예에서는, 변환부를 구성하는 변환연산회로(40)가, 표시 프레임 계조 데이터 및 앞 프레임 계조 데이터에 따라, 표시 프레임 계조 데이터를 보정 계조 데이터로 변환한다. 여기서, 변환연산회로(40)에는, 표시 프레임 계조 데이터에 의해 특정되는 수치데이터(A)(제 1 변환치), 및 앞 프레임 계조 데이터에 의해 특정되는 수치데이터(B)(제 2 변환치)가 미리 기억되어 있다. 또한, 변환연산회로(40)는, 특정된 수치데이터(A) 및 수치데이터(B)에 따른 연산에 의해 보정 계조 데이터를 생성한다.

이것에 의하면, 표시 프레임 계조 데이터 및 앞 프레임 계조 데이터로부터 보정 계조데이터를 생성하는 처리에 있어서, 복잡한 연산을 필요로 하는 처리에 대해서는 미리 기억된 수치데이터(A) 및 수치데이터(B)로의 변환에 의해 행하고, 간단한 연산이 가능한 처리에 대해서는 연산에 의해 행할 수 있다. 따라서, 모든 처리를 연산에 의해 행함에 의한 연산의 복잡화를 억제하여 변환연산회로(40)의 구성을 간소화할 수 있다. 또한, 모든 계조 변화의 조합(표시 프레임 계조 데이터가 나타내는 계조와 앞 프레임 계조 데이터가 나타내는 계조의 조합)에 대응하는 보정 계조데이터를 기억시킴에 의해 기억 용량의 증가를 억제하여 변환연산회로(40)를 간소화할 수 있다.

이상과 같이, 본 실시예의 액정 표시 장치는, 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 근거하는 계조 전압을 인가함으로써 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치이고, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터 및 직전의 프레임의 계조 데이터에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터를 보정 계조 데이터로 변환하는 변환부, 상기 변환부에서 변환된 보정 계조 데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하는 구동부, 및 상기 화소에 포함되면, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하며, 상기 변환부에는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 1 변환치, 및 직전의 프레임의 계조 데이터에 대응하는 제 2 변환치가 미리 기억되어 있고, 상기 변환부는, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터 및 직전의 프레임의 계조 데이터에 각각 대응하는 제 1 변환치 및 제 2 변환치를 이용한 연산결과에 따라 보정 계조 데이터를 생성한다.

상기 변환부는, 상기 화소에 인가되어 있는 계조 전압이 변화하였을 때에 그 화소에서의 액정셀의 전기용량이 변화하는 것에 의해 계조 데이터와 상기 액정셀에서의 실제의 계조 표시와의 변동을 작게 하도록, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터를 변환한다. 구체적으로, 상기 변환부는, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조가 직전의 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조 보다 큰 경우는, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조가 보다 커지도록 표시해야 할 프레임의 계조 데이터를 변환하며, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조가 직전의 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조 보다 작은 경우는, 표시해야 할 프레임의 계조 데이터가 나타내는 계조가 보다 작게 되도록 표시해야 할 프레임의 계조 데이터를 변환한다.

#### [실시예4]

본 발명의 제 4 실시예에 대해 설명하면 다음과 같다. 본 실시예에 따른 액티브 매트릭스형 액정 표시 장치의 구성은, 기본적으로는 실시예 3에서 도 20을 참조하여 설명한 것과 동일하고, 실시예 3과 다른 점은, 변환 또는 연산의 내용이다.

본 실시예에서는, 상기 식 (5)를,

$$\text{Log}(Vp)=\text{Log}(Cm/Cn \times Vm)$$

$$=\text{Log}(Cm \times Vm)-\text{Log}(Cn) \quad \cdots (12)$$

으로 변형한 식 (12)를 이용한다. 이와 같이 상기 식 (5)의 양변에 대수를 취한 것은, 연산기(48)에 의한 연산을 승산보다 단순한 연산인 감산으로 하기 위함이다. 따라서, 이 대수는 상용 대수 또는 자연 대수라고 된다. 여기서,  $\gamma$ 를, 실시예 3에서의 정수  $\alpha$  또는  $\beta$ 와 같이 디지털화함에 있어서 끝수를 반올림해야 할을 방지하기 위해 미리 정한 정수로서,

$$Am= \gamma \times \text{Log}(Cm \times Vm) \quad \cdots (13)$$

$$Bn= \gamma \times \text{Log}(Cn) \quad \cdots (14)$$

$$Dp = \gamma \times \text{Log}(V0) \quad \dots (15)$$

로 하면,

$$Dp = Am - Bn \quad \dots (16)$$

으로 할 수 있다.

즉, 변환연산회로(40)에서는,

$$m \rightarrow Vm, Cm \quad \dots (17)$$

$$n \rightarrow Cn \quad \dots (18)$$

$$Am \leftarrow \gamma \times \text{Log}(Vm \times Cm) \quad \dots (19)$$

$$Bn \leftarrow \gamma \times \text{Log}(Cn) \quad \dots (20)$$

$$Dp = Am - Bn \quad \dots (21)$$

$$P \leftarrow Dp \quad \dots (22)$$

의 변환 및 연산에 의해 계조 데이터의 변환을 행한다. 여기서, 식 (17) 및 식 (19)의 변환을 제 1 LUT 메모리(42)에서, 식 (18) 및 식 (20)의 변환을 제 2 LUT 메모리(44)에서, 식 (21)의 연산을 연산기(48)에서, 식 (22)의 변환을 제 3 LUT 메모리(46)에서 행한다. 따라서, 연산기(48)는 감산기로 된다. 또한, 식 (17)~식 (22)에 있어서  $\rightarrow$  또는  $\leftarrow$ 는 록업테이블을 이용한 변환을 나타내며, 「=」는 연산을 나타낸다. 또한, 여기서는 식 (19) 및 식 (20)도 록업테이블을 이용한 변환에 포함시키고 있지만, 이들은 연산에 의해 행할 수도 있다. 또한, 식 (17) 및 식 (18)에 대해서도 연산에 의해 행할 수 있지만, 식 (17) 및 식 (18)을 연산에 의해 행하는 경우, 그의 연산은 복잡하게 될 것으로 예상되기 때문에, 상기 변환에 의한 것이 바람직하다.

또한, 이 표시 프레임 계조 데이터의 계조 m에서 수치데이터 Am으로의 변환을 디지털처리로 실현하기 위해, 수치데이터 Am은 디지털 값을 취하지 않으면 안되기 때문에, 실시예 3과 마찬가지로, 수치데이터 Am의 값이 정수치(디지털 값)로 되도록 정수  $\gamma$ 를 설정한다.

여기서, 상기 수치데이터 Am 및 수치데이터 Bn의 의미에 대해 생각하여, 일반적인 액정셀(22)에 대하여 수치데이터 Am 및 수치데이터 Bn을 설정할 때의 조건에 대해서 설명한다.

먼저, 수치데이터 Am 및 수치데이터 Bn의 의미를 고려하기 위해서, 간단한 경우로서 수치데이터 Am 및 수치데이터 Bn이 각각 표시 프레임 계조 데이터가 나타내는 계조 m 및 앞 프레임 계조 데이터가 나타내는 계조 n에 대하여 선형(1차식)적으로 변화하는 경우를 상정하여, 예컨대 보정 계조 데이터가 나타내는 계조 P가,

$$P = m + a \times (m - n) \quad \dots (23)$$

의 관계인 경우를 고려한다. 이 경우, 표시 프레임 계조 데이터가 어떠한 계조데이터라도, 변환 후의 보정 계조데이터가 나타내는 계조 P는, 표시 프레임 계조데이터가 나타내는 계조 m에 대하여, 계조 변화에 의한 계조의 차(m-n)의 정수 a배를 가산한 값으로 된다. 이하에서는, 이  $a \times (m - n)$ 을 '부하'라 칭한다. 이 경우,

$$Am = (1 + a) \times m \quad \dots (24)$$

$$Bn = a \times n \quad \dots (25)$$

$$P = Dp \quad \dots (26)$$

로 된다.

여기서, 표시 프레임 계조 데이터가 나타내는 계조 m과 수치데이터 Am의 관계를 나타내는 함수 A(m), 앞 프레임 계조 데이터가 나타내는 계조 n과 수치데이터 Bn의 관계를 나타내는 함수 B(n)을 상정한다.

먼저, 수치데이터 Am에 대해서 고려한다. 상기 부하를 변화시키기 위해서는 상기 정수 a를 변화시킬 필요가 있고, 이를 위해서는 식 (24)를 이용하여 함수 A(m)의 기울기를 변화시키는 것이 좋다. 따라서, 표시 프레임 계조 데이터가 나타내는 계조 m에서, 앞 프레임 계조 데이터로부터의 계조 변화에 대하여 큰 부하를 요구하는 경우에는, 함수 A(m)의 기울기의 절대치를 크게 하고, 앞 프레임 계조 데이터에서의 계조 변화에 대하여 작은 부하를 요구하는 경우에는, 함수 A(m)의 기울기 절대치를 작게 하면 된다. 또한, 여기서 '기울기의 절대치'라는 것은, 함수 A(m)의 기울기는 액정셀(22)의 표시 특성에 의해 정부 어느 쪽의 값도 얻을 수 있다. 구체적으로, 액정셀(22)이 노말리화이트의 경우는 함수 A(m)의 기울기가 부로 되고, 액정 패널(10)이 노말리블랙의 경우는 함수 A(m)의 기울기가 정으로 된다.

실제로, 함수 A(m)은 선형적으로 변화하는 것이 아니라 곡선적으로 변화하는 것으로 예상된다. 상기한 바로부터, 수치데이터 Am을 설정하는 경우에는, 표시 프레임 계조 데이터가 나타내는 계조 m에서, 큰 부하를 요구하는 경우에는 함수 A(m)의 기울기가 크게 되도록 수치데이터 Am을 설정하고, 작은 부하를 요구하는 경우에는 함수 A(m)의 기울기가 작게 되도록 수치데이터 Am을 설정하면 된다.

또한, 같은 계조 q(m=n=q)로 비교하였을 때, 함수 A(q)의 기울기의 절대치는, 항상 함수 B(q)의 기울기의 절대치보다 커지게 되도록 할 필요가 있다. 함수 A(q)의 기울기의 절대치와 함수 B(q)의 기울기의 절대치가 같으면, 식 (21)에 의해, 계조 q에서의 정지 화상 표시(m=n=q의 경우)와, 계조(q+1)에서의 정지 화상 표시(m=n=(q+1)의 경우) 사이에서 보정 계조데이터가 나타내는 계조가 같은 값을 나타내는 것으로 되어 정지 화상 표시의 계조 손상을 일으키게 된다. 또한, 함수 A(q)의 기울기의 절대치가, 함수 B(q)의 기울기의 절대치보다도 작으면, 계조가 역전하게 된다.



또한, 함수  $A(q)$ 의 기울기의 절대치는 1 이상일 필요가 있다. 수치데이터  $A_m$ 는 디지털 데이터이기 때문에, 1 미만의 값은 0으로 된다. 함수  $A(q)$ 의 기울기가 0으로 되는 경우에도 상기와 같이 정지 화상 표시의 계조 손상을 일으키게 된다.

따라서, 수치데이터  $A_m$ 의 값은 표시 프레임 계조 데이터  $n$ 의 값보다 크게 되고, 최저인 경우에도 표시 프레임 계조 데이터의 4배(2비트에 상당) 정도의 크기가 필요하다.

함수  $A(m)$ 의 기울기의 절대치는 최저 1이고, 또한 상기한 바와 같이 항상 함수  $B(q)$ 의 기울기의 절대치보다도 크게 될 필요가 있다. 계조에 의해서는 수치데이터  $B_n$ 의 변화, 즉 함수  $B(q)$ 의 기울기의 절대치를 크게 하고, 예컨대 2~3 정도로 하여 수치데이터  $B_n$ 의 보정에 대한 기여를 증가시킬 필요가 있는 경우도 있다. 따라서, 함수  $A(m)$ 의 기울기의 절대치는 4 정도의 크기를 필요로 하는 경우, 즉 수치데이터  $A_m$ 의 변화가 표시 프레임 계조 데이터의 변화의 4배(2비트에 상당) 정도의 크기가 필요한 경우도 있다. 그리고, 함수  $A(m)$ 의 기울기의 절대치, 즉 수치데이터  $A_m$ 의 변화의 상태가 결정되면,  $A_0$ (표시 프레임 계조 데이터의 계조  $m=0$ 에 대한 수치데이터  $A_m$ ), 및  $A_{max}$ (표시 프레임 계조 데이터의 계조  $m$ 이 최대치(8비트의 경우  $m=255$ )에 대한 수치데이터  $A_m$ 도 결정되지만, 이들은 액정셀(22)의 특성에 의해 정해지는 것이다.

다음, 수치데이터  $B_n$ 에 대해서 고려한다. 식 (25)에 의해, 수치데이터  $B_n$ 도 앞 프레임 계조 데이터에 대한 부하를 결정하는 값인 것이다. 그리고, 함수  $B(n)$ 의 기울기의 절대치는, 상기한 바와 같이 함수  $A(m)$ 의 기울기의 절대치보다도 작게 될 필요가 있다.

또한, 계조  $q$ 에서의 정지 화상 표시( $m=n=q$ 의 경우)를 고려하면,

$$D_q = A_q - B_q \quad \dots (27)$$

로 하면, 식 (22)에 의해 대응부에서의 수치데이터  $D_q$ 에 대응하는 변환 후의 보정 계조데이터가 나타내는 계조는 계조  $q$ 로 될 필요가 있다. 이는, 이러한 관계가 변동하면, 정지 화상 표시의 경우의 표시 계조가 변동하게 되는 것이기 때문이다.

상기한 바와 같이, 함수  $A(m)$ 의 기울기의 절대치와 함수  $B(n)$ 의 기울기의 절대치 사이에 상반 관계가 있으므로, 수치데이터  $B_n$ 의 변화 정도에 따라 수치데이터  $A_m$ 의 최대치가 결정된다. 또한, 상기 식 (21)에서 수치데이터  $D_p$ 가 부의 값이 되지 않도록, 수치데이터  $A_m$ 의 최소치를 수치데이터  $B_n$ 의 최대치보다 크게 할 필요가 있다. 이와 같이, 수치데이터  $A_m$ 과 수치데이터  $B_n$ 은 상반적인 값으로 된다.

상기와 같은 조건을 고려하여 수치데이터  $A_m$  및 수치데이터  $B_n$ 을 설정하면, 반드시 액정셀(22)마다 그의 특성을 실험에 의해 구하지 않아도 된다. 단, 상기 조건을 고려하더라도 수치데이터  $A_m$  및 수치데이터  $B_n$ 을 일률적으로 정할 수 없기 때문에, 실제의 표시상태를 확인하면서 수치데이터  $A_m$  및 수치데이터  $B_n$ 을 설정할 필요가 있다.

도 21 및 도 22에 나타낸 특성을 갖는 액정패널(10)에서, 표시 프레임 계조 데이터가 나타내는 계조  $m$ 과 수치데이터  $A_m$ 의 관계, 앞 프레임 계조 데이터가 나타내는 계조  $n$ 과 수치데이터  $B_n$ 의 관계, 및 수치데이터  $D_p$ 와 변환 후의 보정 계조데이터가 나타내는 계조  $p$ 의 관계를 나타내는 그래프의 일례를 각각 도 26 내지 도 28에 나타낸다.

이상과 같이, 본 실시예에서는, 실시예 3과 같이, 변환부를 구성하는 변환연산회로(40)가, 표시 프레임 계조 데이터 및 앞 프레임 계조 데이터에 따라, 표시 프레임 계조 데이터를 보정 계조데이터로 변환한다. 여기서, 변환연산회로(40)에는, 표시 프레임 계조데이터에 의해 특정되는 수치데이터  $A$ (제 1 변환치) 및 앞 프레임 계조데이터에 의해 특정되는 수치데이터  $B$ (제 2 변환치)가 미리 기억되어 있다. 또한, 변환연산회로(40)는, 특정된 수치데이터  $A$  및 수치데이터  $B$ 에 따른 연산에 의해 보정 계조 데이터를 생성한다.

이로써, 실시예 3의 경우와 같은 효과를 얻을 수 있다. 또한, 본 실시예의 경우는 연산기(48)를 감산기로 할 수 있고, 변환연산회로(40)의 구성을 보다 간소화할 수 있다.

#### [실시예 5]

본 발명의 제 5 실시예에 대해서 도 29를 참조하여 설명하면 다음과 같다. 본 실시예에 따른 액티브 매트릭스형 액정 표시 장치의 구성은 기본적으로는 실시예 3 및 4에서 도 20을 참조하여 설명한 것과 동일하기 때문에, 여기서는 다른 점만을 설명한다.

본 실시예에 따른 액티브 매트릭스형 액정 표시 장치에서는, 재가입 부(50)가 제공되어 있고, 변환연산회로(40)에서, 제 1 LUT 메모리(42) 및 제 2 LUT 메모리(44)에 설정되어 있는 수치데이터(A)의 군 및 수치데이터(B)의 군을 재가입부(50)에 의해 재가입 할 수 있도록 되어 있다.

이와 같이, 제 1 LUT 메모리(42) 및 제 2 LUT 메모리(44)에 설정되어 있는 각 수치데이터의 군을 재가입 가능하게 함에 의해, 특성이 다른 액정패널(10)을 이용하는 경우에 변환연산회로(40)를 액정패널(10)의 특성에 적응시킬 수 있고, 변환연산회로(40)에 범용성을 갖게 할 수 있다.

재가입부(50)는, 수치데이터(A)의 군 및 수치데이터(B)의 군 중 적어도 하나의 군을 재가입 할 수 있으면 된다. 이로써, 예컨대 이용되는 액정패널(10)이 동일 종류의 것 사이에서, 개체차에 의한 특성의 변동이 있는 것과 같은 경우에, 그 변동의 영향에 변환연산회로(40)를 적응시켜서, 표시상태의 최적화를 실현할 수 있다.

또한, 표시모드, 이용되는 액정재료, 패널 설계 등이 다른 액정패널(10)에도 적응할 수 있도록 하기 위해서는, 양쪽의 군을 재가입 가능하게 하여, 적응할 수 있는 범위를 넓히는 것이 바람직하다.

이상과 같이, 변환부를 구성하는 변환연산회로(40)에 있어서, 기억하고 있는 수치데이터(A)의 군(제 1 변환치의 군) 및 수치데이터(B)의 군(제 2 변환치의 군) 중 적어도 하나를 외부에서 재가입 가능한 것이 바람직하다.

또한, 변환연산회로(40)에 있어서의 수치변환(1,M,0) 또는 연산(A+B⇒D)의 내용은, 실시예 3의 것으로 될 수 있고, 실시예 4의 것으로 될 수도 있다.

이상과 같이, 상기 실시예 3의 액정 표시 장치는, 상기 변환부에 제 1 변환치 및 제 2 변환치가 기억되어 있는 액정 표시 장치에 있어서, 상기 변환부가, 기억하고 있는 제 1 변환치의 군 및 제 2 변환치의 군 중 적어도 하나를 외부에서 재가입 가능하게 함이 바람직하다.

상기 구성에서는, 변환부에 기억되어 있는 제 1 변환치의 군 및 제 2 변환치의 군을 재가입 가능하게 함에 의해, 특성이 다른 액정셀을 구비한 액정패널을 이용하는 경우에 유연하게 적용할 수 있다. 즉, 제 1 변환치의 군 및 제 2 변환치의 군을 재가입함으로써, 액정셀의 특성에 맞는 계조 데이터를 생성할 수 있게 된다.

[실시예 6]

본 발명의 제 6 실시예에 대해서 도 30을 참조하여 설명하면 다음과 같다. 본 실시예에 따른 액티브 매트릭스형 액정 표시 장치의 구성은, 기본적으로는 실시예 3 및 4에서 도 20을 참조하여 설명한 것과 동일하기 때문에, 여기서는 다른 점만 설명한다.

본 실시예에 따른 액티브 매트릭스형 액정 표시 장치에서는, 도 20의 변환연산회로(40)에 상당하는 변환연산회로(60)에 있어서, 제 1 LUT 메모리(42) 대신에 제 1 보간부(62) 및 제 1 기준데이터 메모리(66)가 제공되고, 제 2 LUT 메모리(44) 대신에 제 2 보간부(64) 및 제 2 기준데이터 메모리(68)가 제공된다. 제 1 보간부(62) 및 제 2 보간부(64)에는, 각각 제 1 기준데이터 메모리(66) 및 제 2 기준데이터 메모리(68)로부터 호출하는 기준데이터가 보내어지게 되어 있다.

변환연산회로(60)에서는, 각 계조에 대응하는 수치데이터(A<sub>m</sub>) 및 수치데이터(B<sub>m</sub>)가 모두 기억되어 있는 것은 아니고, 제 1 기준데이터 메모리(66) 및 제 2 기준데이터 메모리(68)에 각각 미리 기억된 일정 간격의 소정 계조의 수치데이터(A<sub>m</sub>) 및 수치데이터(B<sub>m</sub>)인 기준데이터에 따라서, 제 1 보간부(62) 및 제 2 보간부(64)에서 연산에 의해 보간함으로써 각 계조에 대응하는 수치데이터(A<sub>m</sub>) 및 수치데이터(B<sub>m</sub>)를 산출하게 된다. 즉, 표시프레임 계조데이터 또는 앞 프레임 계조데이터가 입력되면, 제 1 보간부(62) 또는 제 2 보간부(64)에 의해 산출된 수치데이터(A<sub>m</sub>) 또는 수치데이터(B<sub>m</sub>)를 이용하여 수치변환(1) 또는 수치변환(M)을 행한다.

기준 데이터는, 예컨대 16계조 마다 설정하는 경우, 0계조, 16계조, 32계조, ..., 240계조, 255계조에 대응하는 수치데이터(A<sub>m</sub>) 및 수치데이터(B<sub>m</sub>)를 채용하는 것이 가능하다. 그리고, 각 기준데이터 사이의 계조에 대응하는 수치데이터(A<sub>m</sub>) 및 수치데이터(B<sub>m</sub>)는, 해당하는 각 기준데이터를 예컨대 선형 보간함에 의해 구할 수 있다. 예컨대 계조 m(0<m<16)에 대응하는 수치데이터(A<sub>m</sub>)는,

$$A_m = A_0 + (A_{16} - A_0) / 16 \times m$$

에 의해 구할 수 있다. 여기서, A<sub>0</sub> 및 A<sub>16</sub>은, 0계조 및 16계조에 대응하는 수치데이터(A<sub>m</sub>)이다.

또한, 실시예 5와 같이 재가입부(50)를 제공하고, 제 1 기준데이터 메모리(66)내의 기준데이터의 군 및 제 2 기준데이터 메모리(68)내의 기준데이터의 군 중 적어도 하나의 군을 재가입부(50)에 의해 외부에서 재가입할 수 있도록 함이 바람직하다. 이로써, 특성이 다른 액정패널(10)에 변환연산회로(60)를 적용시킬 수 있어서, 변환연산회로(60)에 범용성을 갖게 할 수 있다.

이상과 같이, 본 실시예에서는, 실시예 3 및 4와 같이, 변환부를 구성하는 변환연산회로(60)가, 표시프레임 계조데이터 및 앞 프레임 계조데이터에 따라, 표시프레임 계조데이터를 보정 계조데이터로 변환한다. 여기서, 변환연산회로(60)에는, 표시프레임 계조데이터에 의해 특정되는 기준데이터(제 1 기준치), 및 앞 프레임 계조데이터에 의해 특정되는 기준데이터(제 2 기준치)가 미리 기억된다. 또한, 변환연산회로(60)는, 특정된 각 기준데이터에 따라서 보간을 행함에 의해, 수치데이터(A)(제 1 변환치) 및 수치데이터(B)(제 2 변환치)를 산출한다. 그리고, 변환연산회로(60)는, 특정된 수치데이터(A) 및 수치데이터(B)에 따른 연산에 의해 보정 계조데이터를 생성한다.

이에 의하면, 각 계조에 대응하는 수치데이터(A) 및 수치데이터(B)를 모두 기억시킬 필요가 없기 때문에, 변환연산회로(60)에 필요한 기억 용량을 작게 할 수 있다. 또한, 보간은 비교적 간단한 연산이기 때문에, 보간을 하기 위한 제 1 보간부(62) 및 제 2 보간부(64)는 비교적 간단한 회로구성으로 실현 가능하다. 따라서, 제 1 보간부(62) 및 제 2 보간부(64)를 포함하는 것에 의한 회로구성의 복잡화도 억제할 수 있다.

또한, 변환연산회로(60)에서의 수치변환(1,M,0) 또는 연산(A+B⇒D)의 내용은, 실시예 3에서 설명된 것 또는 실시예 4에서 설명된 것을 이용할 수 있다.

이상과 같이, 본 실시예의 액정 표시 장치는, 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조전압을 인가함으로써 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치이고, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 따라서, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 보정 계조데이터로 변환하는 변환부, 상기 변환부에서 변환된 보정 계조데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하는 구동부, 및 상기 화소에 포함되며, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하며, 상기 변환부에는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 1 변환치를 산출하기 위한 제 1 기준치, 및 직전의 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 2 변환치를 산출하기 위한 제 2 기준치가 미리 기억되어 있고, 상기 변환부는, 제 1 기준치 및 제 2 기준치에 따라 보간을 행함에 의해 각각 제 1 변환치 및 제 2 변환치를 산출함과 동시에, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 각각 대응하는 제 1 변환치 및 제 2 변환치를 이용한 연산결과에 따라 보정 계조데이터를 생성한다.

상기 변환부는, 상기 화소에 인가되어 있는 계조 전압이 변화하는 경우에 그 화소에 있어서의 액정셀의 전기용량이 변화하는 것에 의한 계조데이터와 상기 액정셀에서의 실제의 계조 표시와의 변동을 작게 하기 위해, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 변환한다. 구체적으로, 상기 변환부는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터가 나타내는 계조가 직전의 프레임의 계조데이터가 나타내는 계조보다 큰 경우는, 표시해야 할

프레임의 계조데이터가 나타내는 계조가 보다 커지도록 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 변환하고, 표시해야 할 프레임의 계조데이터가 나타내는 계조가 적전의 프레임의 계조데이터가 나타내는 계조 보다 작은 경우는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터가 나타내는 계조가 보다 작게 되도록 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 변환한다.

본 실시예의 액정 표시 장치는, 상기 변환부에 제 1 기준치 및 제 2 기준치가 기억되어 있는 액정 표시 장치에 있어서, 상기 변환부가, 기억하고 있는 제 1 기준치의 군 및 제 2 기준치의 군 중 적어도 하나를 외부에서 재가입 가능하게 함이 바람직하다.

상기 구성에서는, 상기의 경우와 같이, 특성이 다른 액정셀을 구비한 액정패널을 이용하는 경우에 유연하게 적용할 수 있다.

[실시예 7]

본 발명의 제 7 실시예에 대해서 도 34 내지 도 39를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

본 발명에 따른 액정 표시 장치에 있어서, LUT 메모리나 프레임메모리의 용량·속감은, 콘트롤러의 칩사이즈의 속속(핀수 속감 등을 포함) 등과 관련하여, 고려하면 바람직하다. 상기한 바와 같이, 실시예 2에서는, LUT 메모리(36)에 의해 계조데이터의 상위 비트만을 변환하는 구성(도 16 참조)을 개시하며, 실시예 3, 5, 6에서는, 연산기(48)를 도입함에 의해 LUT 메모리의 용량·속감을 가능하게 하는 구성(도 20, 도 29, 도 30 참조)을 개시하였다.

본 실시예에서는, 실시예 2와 같이, 변환하는 비트수를 적게 하여 LUT 메모리 또는 프레임메모리의 용량·속감을 실현함과 동시에, 표시프레임 계조데이터로서 LUT 메모리(36)에 입력되는 계조데이터, 및 앞 프레임 계조데이터로서 프레임메모리(34)에 격납된 데이터가, 미리, 각 계조데이터가 나타내는 계조가 문턱치 이상의 경우는 상위 수 비트(원래의 계조데이터의 비트수보다 작은 비트수)로 변환되고, 문턱치 미만의 경우는 하위 수 비트 (원래의 계조데이터의 비트수보다 작은 비트수)로 변환된다. 그리고, 그의 변환된 계조데이터에 따라, LUT 메모리(36)에서의 계조데이터의 변환이 행해진다.

계조데이터가 8비트인 경우를 예로 하여, 본 실시예의 구성에 의한 효과에 대해서 설명한다. 먼저, 이 효과를 설명하기 위해서, LUT 메모리에 의한 변환을 연산으로 치환한 경우의 실제상의 과제를 확인한다. 상기한 바와 같이, 본 발명의 목적은, 1프레임 시간 경과하였을 때의 표시 휘도가 목표로 하는 계조 휘도와 거의 일치하도록 계조데이터를 보정하는 것이다. 이 보정내용으로는, 전하 모델에 따라 단순히 설정할 수 있는 부분도 있지만, 액정분자의 응답특성에 대한 최적화가 필요한 부분도 많다. 검토의 결과, 이 액정분자의 특성에 의해 좌우되는 부분은 충분히 반영할 수 있는 연산을 찾아내었지만, 액정 모드 또는 계조 전압 등의 기증 마다의 조건에 따라서, 연산에 이용하는 최적 파라미터가 적절하게 발견되지 않는 경우도 있다. LUT 메모리를 이용하면, 이러한 부분도 항상 보정할 수 있는 범용성 및 자유도를 얻을 수 있다.

그런데, 계조데이터의 상위 비트만을 이용하여 계조데이터의 변환을 행하는 방법에 대해서 실시예 2에서 설명하였다. 예컨대 8비트의 계조데이터의 상위 4비트를 이용하는 것에 의하면, 16계조 마다 계조 변환이 행해지게 된다. 이는 현실적으로 메모리사이즈를 극적으로 감소시키지만, 표시 품질상 문제점이 있을 수 있다. 즉, 8비트의 계조데이터가 나타내는 256계조중, 예컨대 224계조와 239계조와 같이 대단히 밝은 계조의 영역에서는, 각각의 계조를 동일시하더라도 표시 품질상 그다지 문제가 되지 않지만, 예컨대 0계조와 15계조와 같이 어두운 계조의 영역에서는, 인간의 시각의 특성으로는 분명히 다른 표시로서 인식된다. 따라서, 어두운 영역에서의 16계조의 차가 구별될 수 없으면, 그것이 예컨대 1프레임이더라도 표시품질을 현저히 저하시키게 되어, 문제로 된다.

예컨대, 텔레비전 영상에서는, 어두운 화상이 움직이는 장면은 영화등에서 많이 이용되기 때문에, 상기와 같이 표시품질이 저하되는 문제를 갖는 액정 표시 장치에 텔레비전 영상을 표시하면, 품질이 불량한 디스플레이로서 상기 액정 표시 장치가 인식될 수 있다. 표시되는 장면(scene)에 따라서는, 기껏해야 2계조차를 무시한 상태, 즉 최하위 1비트만을 무시한 상태까지만 허용할 수 있는 경우가 있음을 알았다. 반대로, 랩-탑 퍼스널 컴퓨터와 같이 원래 발란스가 양호한 계조와, 데이터 중시의 화상을 표시하기 위한 디스플레이에서는 상기한 문제는 일어나지 않는다. 따라서, 이러한 용도에 이용되는 액정 표시 장치에서는, 실시예 2와 같이 과감하게 하위 수 비트를 삭제하도록 하는 것도 가능하게 된다.

도 34는, 계조와 비트의 관계를 나타낸 도표이다. 8비트의 계조데이터의 상위 4비트만을 이용하는 경우, 0계조로부터 255계조로의 계조 변화와, 0계조로부터 240계조로의 계조 변화는, 어느 것이나, 상위 4비트가 [0, 0, 0, 0]의 앞 프레임 계조데이터와, 상위 4비트가 [1, 1, 1, 1]의 표시프레임 계조데이터에 따라 변환되는 동일한 보정 계조데이터를 이용하게 된다. 이 때, 동일한 보정 계조데이터를 이용함에 의한 휘도의 오차는, 예컨대 10% 정도로 된다. 한편, 255계조로부터 31계조로의 계조 변화와, 255계조로부터 16계조로의 계조 변화는, 어느 것이나, 상위 4비트가 [1, 1, 1, 1]의 앞 프레임 계조데이터와, 상위 4비트가 [0, 0, 0, 0]의 표시프레임 계조데이터에 따라 변환되는 동일한 보정 계조데이터를 이용하게 된다. 이 때, 동일한 보정 계조데이터를 이용함에 의한 휘도의 오차는 예컨대 70% 이상으로 된다. 그와 같은 액정 표시 장치는 실제로는 사용할 수 없는 경우도 있다.

또한, 일반적으로 계조 휘도는 ?? 2.2로 설정된다. 즉, 휘도가 계조의 2.2승에 비례하도록 설정되어 있기 때문에, 같은 계조수의 차이에서도, 어두운 영역을 향한 휘도의 변화율이 커지게 된다. 도 43은, 계조와 휘도의 일반적인 관계를 나타낸 도표이다. 255계조의 휘도에 대한 240계조의 휘도는 그의 변화율이 약 12.5% 인 데 대하여, 31계조의 휘도에 대한 16계조의 휘도는 그의 변화율이 약 76%로 된다.

본 실시예에서는, LUT 메모리를 이용하여 계조데이터를 변환함에 의해 범용성 및 자유도를 상실하지 않고, 상기한 바와 같이 특히 어두운 계조 영역에서 계조차를 유지하게 되어, 장치 전체에서의 메모리용량의 감소를 실현하는 구성에 대해서 설명한다.

본 실시예에 따른 액티브매트릭스형 액정 표시 장치의 구성은, 기본적으로는 실시예 2에서 도 16을 참조하여 설명한 것과 동일하기 때문에, 여기서는 다른 점만 설명한다. 본 실시예에 따른 액티브매트릭스형 액정 표시 장치에서는, 도 35에 나타낸 바와 같이 LUT 메모리(36)의 제 1 입력에 대한 계조데이터의 입력

속, 및 프레임메모리(34)에 대한 계조데이터의 입력측에 각각 제 1 자리수 변환부(74a, 74b)가 제공되고, LUT 메모리(36)와 콘트롤러(30) 사이에 제 2 자리수 변환부(76)가 개재하고 있다. 표시프레임 계조데이터는 제 1 자리수 변환부(74a)에서 변환되어 LUT 메모리(36)의 제 1 입력에 입력되고, 표시프레임 계조데이터의 미리 정해진 하위수 비트는 라인메모리(78)를 통해 제 2 자리수 변환부(76)로 보내진다. 앞 프레임 계조데이터는 제 1 자리수 변환부(74b)에서 변환되어 프레임메모리(34)에 일단 격납되고, LUT 메모리(36)의 제 2 입력에 입력된다. 도 35는 본 실시예에 따른 LUT 메모리(36) 주변의 구성을 나타낸 블록도이다.

본 실시예에서의 표기에 대해서 설명한다. [...] 내의 기호 a~h, A~H, v~z는 계조데이터의 각 비트의 값(구체적으로는 0 또는 1)을 나타낸다. 여기서, 소문자로 나타낸 a~h는 표시프레임 계조데이터로서 LUT 메모리(36)에 입력되는 계조데이터를 나타내고, 대문자로 나타낸 A~H는 앞 프레임 계조데이터로서 LUT 메모리(36)에 입력되는 계조데이터를 나타낸다. [...] 내의 기호 FL은, 플래그로서 설정된 비트의 값(구체적으로는 0 또는 1)을 나타낸다. [...] 내의 기호 또는 숫자에 붙인 첨자는, 그의 기호 또는 숫자가 계조데이터의 제 몇 비트 인가를 나타낸다. 즉, 예컨대 [0<sub>5</sub>]는, 계조데이터의 제 5 비트가 0 인 것을 나타내고, [a<sub>7</sub>]는, 계조데이터의 제 7 비트가 a 인 것을 나타낸다. 또한, P 는 계조데이터가 나타내는 계조를 나타내고 있다.

도 36 및 도 37은 도 35에서 ㉑내지 ㉗를 부기한 부분에서의 계조데이터의 내용을 나타내는 개념도이다. ㉑로 나타낸 8비트의 계조데이터는, 제 1 자리수 변환부(74b)에 입력되고, 제 1 자리수 변환부(74b)에 의해 그의 계조데이터가 나타내는 계조(P)에 따라서 다른 변환이 실시된다. 즉, 미리 정한 계조를 기준으로 하여, 계조데이터가 나타내는 계조(P)가 상기 미리 정한 계조 이상으로 된 경우와, 계조(P)가 상기 미리 정한 계조 미만인 경우에서, 그의 계조데이터에 대해 다른 변환을 실시한다. 또한, ㉒로 나타내는 8비트의 계조데이터도, 제 1 자리수 변환부(74a)에 입력되고, 제 1 자리수 변환부(74a)에 의해 제 1 자리수 변환부(74b)와 같은 변환이 실시된다. 이하에서는, 주로 제 1 자리수 변환부(74b)에 대해서 설명한다.

상기 미리 정한 계조는, 예컨대 32계조이고, 32계조 미만의 영역은 어두운 계조로서, 이 영역에 대해서는 계조데이터의 변환 시의 하위 비트를 무시하면 상기한 표시품위의 저하의 문제가 현저하게 된다. 또한, 제 32계조가 32계조 미만 인지 아닌지는, [A<sub>7</sub>, B<sub>6</sub>, C<sub>5</sub>]=[0<sub>7</sub>, 0<sub>6</sub>, 0<sub>5</sub>] 인지 아닌지에 의해서 판별할 수 있다.

제 1 자리수 변환부(74b)에서는, 다음과 같은 처리가 행해진다. 계조(P)가 32계조 미만인 경우에는, 상위 2비트, 즉 제 7 및 제 6 비트의 [A<sub>7</sub>, B<sub>6</sub>]를 삭제하고, 제 5 비트를 플래그로서 이용하여, 계조(P)가 32계조 미만인 것을, 제 5 비트를 [0<sub>5</sub>]로 합에 의해 나타낸다. 이와 같이 변환하면, 계조데이터는 ㉒와 같이 된다. 이와 같이 변환한 ㉒의 계조데이터는, 8비트 내지 6비트로 축소되지만, 모든 계조데이터가 갖고 있는 정보를 전부 유지하게 된다.

한편, 계조(P)가 32계조 이상인 경우에는, 계조데이터를 하위 측으로 3비트만큼 시프트시켜도 그 하위 3비트, 즉 제 2 로부터 제 0 비트의 [F<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, H<sub>0</sub>]를 삭제함과 동시에, 제 5 비트를 플래그로 이용하여, 계조(P)가 32계조 이상인 것을, 제 5 비트를 [1<sub>5</sub>]로 합에 의해 나타낸다. 이와 같이 변환하면, 계조데이터는 ㉓와 같이 된다. 이와 같이 변환한 ㉓의 계조데이터는, 8비트로부터 6비트로 축소되며, 32계조 이상의 영역에서는 계조데이터의 변환에 크게 영향 받지 않는다고 생각되는 하위 3비트 만큼의 정보가 삭제되어 8계조 간격으로 기억되게 된다.

제 1 자리수 변환부(74b)에서 변환된 계조데이터는, 프레임메모리(34)에 의해 1프레임 시간 지연되어, 앞 프레임 계조데이터로서 LUT 메모리(36)에 입력된다.

또한, 표시프레임 계조데이터로서의 계조데이터도, 제 1 자리수 변환부(74a)에 의해 상기와 같이 8비트로부터 6비트로 축소되어 LUT 메모리(36)에 입력된다. 또한, 표시프레임 계조데이터의 하위 3비트, 즉 제 2 내지 제 0 비트의 [f<sub>2</sub>, g<sub>1</sub>, h<sub>0</sub>]는 라인메모리(78)에 입력된다.

도 38은 LUT 메모리(36)의 입출력비트수를 개념적으로 나타낸 개념도이다. 상기한 바와 같이, LUT 메모리(36)는, 앞 프레임 계조데이터로서 6비트 만큼의 입력, 표시프레임 계조데이터로서 6비트 만큼의 입력을 갖는다. 또한, 이들의 입력에 의해, 특정된 설정 계조 데이터로서, 6비트의 계조데이터가 LUT 메모리(36)에 설정되어 있고, LUT 메모리(36)는 6비트 만큼의 출력을 갖는다.

LUT 메모리(36)에 설정되어 있는 설정 계조데이터는, 도 37에 나타낸 ㉔와 같이 된다. 여기서, 제 5 비트에는 플래그인 [FL<sub>5</sub>]가 설정되어 있고, 그 설정 계조데이터, 즉 제 4 로부터 제 0 비트의 [v<sub>4</sub>, w<sub>3</sub>, x<sub>2</sub>, y<sub>1</sub>, z<sub>0</sub>]가 나타내는 계조가 32계조 미만인지, 32계조 이상인 지를 나타낸다. 여기서는, FL=0의 경우, 그 설정 계조데이터가 나타내는 계조가 32계조 미만이고, FL ≠ 0(FL=1)의 경우, 그 설정 계조데이터가 나타내는 계조가 32계조 이상인 것이다.

LUT 메모리(36)로부터 출력되는 설정 계조데이터는, 제 2 자리수 변환부(76)에 입력된다. 제 2 자리수 변환부(76)에서는, 입력되는 설정 계조데이터의 제 5 비트에 설정된 플래그인 FL의 값에 따른 자리수 변환을 행한다. FL= 0의 경우, 그 설정 계조데이터는 32계조 미만이기 때문에, 제 7 내지 제 5 비트를 [0<sub>7</sub>, 0<sub>6</sub>, 0<sub>5</sub>]로 설정하고, ㉔와 같은 8비트의 보정 계조데이터로 변환한다. FL ≠ 0의 경우, 그 설정 계조데이터는 32계조 이상이기 때문에, ㉔의 설정 계조데이터를 상위측으로 3비트 만큼 시프트시킴과 동시에, 제 2 내지 제 0 비트의 하위3비트의 값으로서, 라인메모리(78)에 일단 기억된 [f<sub>2</sub>, g<sub>1</sub>, h<sub>0</sub>]를 부가하여, ㉔와 같은 8비트의 보정 계조데이터로 변환한다. 하위3비트의 값을 부가하는 것은, 밝은 계조의 영역에 대해서 보다 안정적인 정지화상을 얻기 위해서이고, 표시프레임 계조데이터의 하위3비트가 갖고 있는 정보를 부가함에 의해 6비트의 룩업-테이블에 의한 변환을 보충하기 위한 것이다. 이와 같이, 라인메모리(78) 또는 라인메모리(78)에서 접속되는 경로는, 표시품위를 한층 더 향상시키기 위해 설치한 것으로서, 생각하는 것도 가능하다.

이와 같이 하여 얻어진 보정 계조데이터는, 콘트롤러(30)에 보내진다.

LUT 메모리(36)에는, 표시프레임 계조데이터(앞 프레임 계조데이터)가 나타내는 계조(P)가 어두운 영역의 경우에는 표시프레임 계조데이터(앞 프레임 계조데이터)의 하위5비트, 및 계조(P)가 어두운 영역인 것을 나타내는 플래그가 입력되고, 계조(P)가 밝은 영역의 경우에는 표시프레임 계조데이터(앞 프레임 계조데이터)의 상위5비트, 및 계조(P)가 밝은 영역인 것을 나타내는 플래그가 입력되기 때문에, LUT 메모리(36)에 이들에 근거하는 적절한 설정 계조데이터를 설정함에 의해 적절한 변환이 가능하다.

상기 구성에서, 프레임메모리(34)에는, 그 설정 계조데이터가 나타내는 계조(P)가 32계조 미만의 경우는 그 대로의 계조를 나타내는 계조데이터가, 32계조 이상의 경우는 8계조 마다 계조데이터가 저장되게 된다. 그리고, 프레임메모리(34)는, 1화소당의 용량이 6비트로 된다. 또한, 상기 구성에서는 LUT 메모리(36)는 도 38에 나타낸 바와 같이, 앞 프레임 계조데이터가 6비트, 표시프레임 계조데이터가 6비트, 출력되는 설정 계조데이터가 6비트인 것으로부터, 1화소당의 용량이 6+6+6=18비트로 된다. 실시예 1과 같은 구성(도 1 참조)에서는, 프레임메모리(34)의 1화소당의 용량이 8비트이고, LUT 메모리(32)의 1화소당의 용량은 8+8=24비트이다. 따라서, 본 실시예의 구성에 의해, 실시예 1의 구성에 대하여, LUT 메모리(36)의 용량을 1/64로 삭감하는 것이 가능하다. 또한, 프레임메모리(34)의 용량은 1/4로 삭감하는 것이 가능하다.

또한, 액정 표시 장치의 용도에 따라서는, 256분의 1 계조의 정밀도는 필요로 되지 않지만, 64계조 정도까지는 충분한 정밀도를 유지하는 경우도 고려된다. 혹시 64계조 미만에서는 표시프레임 계조데이터 및 앞 프레임계조데이터의 최하위 1비트를 LUT 메모리(36)에 의한 변환으로 고려할 필요는 없지만, 상기 구성에 있어서, 64계조 미만은 2계조 간격으로, 64계조 이상은 8계조 간격으로 LUT 메모리(36)에 표시프레임 계조데이터 및 앞 프레임 계조데이터를 입력시키도록 할 수 있다. 이 때, 도 36의 ㉔ 대신에, 도 39의 ㉔을 적용할 수 있다. 계조(P)가 64계조 미만인지 아닌지는,  $[A, B_0] = [0, 0_0]$  인지 아닌지에 의해 판별할 수 있다. 계조(P)가 64계조 미만인 경우에는, 상위 2비트, 즉 제 7 및 제 6 비트의  $[A, B_0]$ 를 삭제함과 동시에, 나머지 하위6비트를 하위측으로 1비트 만큼 시프트시켜 제 0 비트의  $[B_0]$ 를 삭제한다. 또한, 제 5 비트를 플래그로서 이용하여, 계조(P)가 64계조 미만인 것을, 제 5 비트를  $[0_0]$ 로 함에 의해 나타낸다.

이 경우도, 안정적인 정치화상을 얻기 위해서, 밝은 계조의 영역에서는 하위3비트의  $[f, g, h_0]$ 를, 어두운 계조의 영역에서는 하위1비트의  $[h_0]$ 를 라인메모리(78)등에 일단 기억시키고, 제 2 자리수 변환부(76)에서 설정 계조데이터에 부가하도록 하는 것이 바람직하다. 또한, 이 경우도, 상기와 같이 용량을 감소시킬 수 있다.

이상과 같이, 본 실시예에서는, 변환부를 구성하는 LUT 메모리(36) 및 제 2 자리수 변환부(76)가, 표시프레임 계조데이터 및 앞 프레임 계조데이터에 따라서, 표시프레임 계조데이터를 보정 계조데이터로 변환한다. 또한, 자리수 변환부를 구성하는 제 1 자리수 변환부(74a, 74b)는, 표시프레임 계조데이터 및 앞 프레임 계조데이터의 자리수를 변환한다. 이 제 1 자리수 변환부(74a, 74b)는, 계조데이터(표시프레임 계조데이터, 앞 프레임 계조데이터)가 나타내는 계조가 미리 정해진 문턱치 보다 명측, 즉 밝은 휘도에 대응하는 계조의 경우에는 그의 계조데이터의 하위비트(하위 자리수)를 삭제하고, 계조데이터가 나타내는 계조가 미리 정해진 문턱치 보다 암측, 즉 어두운 휘도에 대응하는 계조의 경우에는 그 계조데이터의 상위 비트(상위 자리수)를 삭제함으로써, 그 계조데이터의 비트수(자리수)가 작게 되도록 변환한다. 그리고, 상기 변환부에는, 제 1 자리수 변환부(74a, 74b)에서 각각 변환된 표시프레임 계조데이터와 앞 프레임 계조데이터에 의하여 특정되는 설정 계조데이터가 미리 기억되어 있고, 특정한 설정 계조데이터에 따라서 보정 계조데이터를 생성한다.

상기 구성에서는, LUT 메모리(36)에서의 설정 계조데이터를 기억하기 위한 용량의 삭감을 실현할 수 있다. 또한, 계조데이터 중, LUT 메모리(36)에 의한 변환에 의해 크게 영향을 받는 부분을 남겨서 계조데이터의 비트수를 작게 할 수 있고, 표시품위가 저하함을 억제할 수 있다.

또한, 본 액정 표시 장치에 입력되는 계조데이터는, 제 1 자리수 변환부(74a)를 통해 프레임메모리(34)의 제 1 입력에 입력될과 동시에, 제 1 자리수 변환부(74b)를 통해 프레임메모리(34)에 입력되어, 프레임메모리(34)로부터 LUT 메모리(36)의 제 2 입력으로 입력되는 것이 바람직하다. 상기 구성에서는, 프레임메모리(34)에 대하여, 비트수가 작게 되도록 제 1 자리수 변환부(74a, 74b)에서 변환된 후의 계조데이터가 입력된다. 따라서, 프레임메모리(34)에서의 용량의 삭감을 실현할 수 있다. 단, 입력되는 계조데이터가, 프레임메모리(34)를 통해 제 1 자리수 변환부(74b)에 입력되어, 제 1 자리수 변환부(74b)에서 LUT 메모리(36)의 제 2 입력에 입력되도록 하는 것도 가능하다.

제 1 자리수 변환부(74a, 74b)에 의해 계조데이터의 하위비트 또는 상위비트를 삭제하고, 그 계조데이터의 비트수가 작게 되도록 변환할 때는, 변환한 계조데이터에 하위비트 또는 상위비트 중 어느 것을 삭제한 플래그(플래그 비트)를 설정한다. LUT 메모리(36)에서는, 제 1 자리수 변환부(74a, 74b)에 의해 삭제되지 않은 나머지의 비트 및 설정된 플래그에 따라서 미리 기억되어 있는 설정 계조데이터가 특정된다. 이 설정 계조데이터는, LUT 메모리(36)에 입력된 계조데이터의 비트수(6비트)로부터 플래그로서의 비트를 제외한 비트수(5비트)에 상당하는 비트수로 되고, 보정 계조데이터에서 계조를 나타내기 위한 부분  $([v, w, x, y, z_0])$ , 및 그의 계조를 나타내기 위한 부분이 보정 계조데이터에서 하위비트에 대응하는 것인  $z_1$ , 상위비트에 대응하는 것인  $z_2$ 를 나타내는 플래그(플래그 비트)(FL)를 포함한다. 제 2 자리수 변환부(76)에서는, 이 플래그에 따라, 설정 계조데이터에서의 상기 계조를 나타내기 위한 부분을, 필요에 따라 시프트 등을 함에 의해, 보정 계조데이터의 대응하는 비트로 설정함과 동시에, 나머지 비트를 미리 정한 값, 예컨대 '0'으로 매립하여도 계조데이터의 비트수와 같은 비트수로 복원한다. 이 때, 보정 계조데이터의 하위비트를 매립할 때는, 표시프레임 계조데이터의 하위비트를 이용할 수 있다.

또한, 계조데이터는, 통상, 그의 계조데이터가 나타내는 계조가 암측으로 될수록, 그의 계조데이터는 작은 값, 즉 보다 하위측의 비트만으로 나타낼 수 있는 값이고, 명측으로 될수록, 그의 계조데이터는 큰 값, 즉 보다 상위측의 비트를 포함하여 나타내지는 값으로 된다.

본 실시예에서는, 자리수 변환부를 구성하는 2개의 제 1 자리수 변환부(74a, 74b)를 구비한 구성에 대해

설명하였지만, 자리수 변환부를 구성하는 1개의 제 1 자리수 변환부를 설치하고, 그의 제 1 자리수 변환부의 출력부를 LUT 메모리(36)의 제 1 입력 및 프레임메모리(34)에 입력하도록 할 수 있다.

이상과 같이, 본 실시예의 액정 표시 장치는, 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조 전압을 인가함으로써 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치이고, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 보정 계조데이터로 변환하는 변환부, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터의 자리수를 변환하는 자리수 변환부, 상기 변환부에서 변환된 보정 계조데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하는 구동부, 및 상기 화소에 포함되며, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하며, 상기 자리수 변환부는, 계조 데이터가 나타내는 계조가 미리 정해진 문턱치 보다 명측인 경우에는 그의 계조데이터의 하위 자리수를 삭제하고, 계조데이터가 나타내는 계조가 상기 문턱치 보다 암측인 경우에는 그의 계조데이터의 상위자리수를 삭제함으로써, 그의 계조데이터의 자리수가 작게 되도록 변환하고, 상기 변환부에는, 상기 자리수 변환부에서 변환된 표시해야 할 프레임의 계조데이터와 직전의 프레임의 계조데이터에 의하여 특정된 설정 계조데이터가 미리 기억되어 있고, 특정된 설정 계조데이터에 따라 보정 계조데이터를 생성한다.

상기 변환부는, 상기 화소에 인가되어 있는 계조 전압이 변화하는 경우에 그의 화소에 있어서의 액정셀의 전기 용량이 변화하는 것에 의한 계조데이터와 상기 액정셀에서의 실제의 계조 표시와의 변동을 작게 하도록, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 변환한다. 구체적으로, 상기 변환부는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터가 나타내는 계조가 직전의 프레임의 계조데이터가 나타내는 계조 보다 큰 경우에는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터가 나타내는 계조가 보다 커지도록 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 변환하고, 표시해야 할 프레임의 계조데이터가 나타내는 계조가 직전의 프레임의 계조데이터가 나타내는 계조 보다 작은 경우는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터가 나타내는 계조가 보다 작게 되도록 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 변환한다.

본 실시예의 액정 표시 장치는, 상기 자리수 변환부를 포함하는 액정 표시 장치에 있어서, 상기 변환부는 제 1 입력 및 제 2 입력을 갖고, 상기 제 2 입력에는, 입력되는 계조데이터를 기억하며 그 계조데이터를 1프레임 만큼 지연시켜 출력하는 기억부가 접속되어 있고, 계조데이터는, 상기 자리수 변환부를 통해 상기 제 1 입력에 입력됨과 동시에, 상기 자리수 변환부를 통해 상기 기억부에 입력되며, 상기 기억부에서 상기 제 2 입력에 입력되는 것이 바람직하다.

상기 구성에서는, 상기한 바와 같이, 간단한 구성으로 표시해야 할 프레임의 계조데이터와 직전의 프레임의 계조데이터를 변환부에 입력할 수 있다. 또한, 기억부에는, 자리수가 작게 되도록 자리수 변환부에서 변환된 후의 계조데이터가 입력된다. 따라서, 기억부에서의 용량의 삭감을 실현할 수 있다.

상기 자리수 변환부를 포함하는 액정 표시 장치에 있어서, 계조데이터가 256계조 표시용의 계조데이터이고, 계조데이터가 나타내는 가장 어두운 계조를 0계조로 하면, 상기 문턱치는, 예컨대 32계조인 것이 바람직하다. 이 때, 계조데이터는 8비트의 계조데이터이고, 상기 자리수 변환부는, 계조데이터의 변환을 행할 경우에, 계조데이터의 상위3자리수 또는 하위3자리수를 삭제함과 동시에, 상위자리수 또는 하위자리수 중 어느 것을 삭제하는 가를 나타내는 플래그 비트를 설정하도록 할 수 있다.

또한, 상기 자리수 변환부를 포함하는 액정 표시 장치에 있어서, 계조데이터가 256계조 표시용의 계조데이터이고, 계조데이터가 나타내는 가장 어두운 계조를 0계조로 하면, 상기 문턱치는, 예컨대 64계조이다. 이 때, 계조데이터는 8비트의 계조데이터이고, 상기 자리수 변환부는, 계조데이터의 변환을 행할 경우에, 계조데이터의 상위2자리수 또는 하위3자리수를 삭제함과 동시에, 상위자리수 또는 하위자리수 중 어느 것을 삭제하는 가를 나타내는 플래그 비트를 설정하고, 또한 상위2자리수를 삭제한 경우에는 최하위 1자리수를 더 삭제하도록 한다.

## 발명의 효과

간단하고 처리속도가 빠른 장치 구성에 의해, 액정표시소자에서 계조 변화 시에 수반되는 화소전극의 전압 변화를 감소시켜 계조 표시의 어긋남을 억제하고, 액정분자의 응답 속도를 향상시킴으로써, 동화상 표시 때의 화질을 향상시킬 수 있게 된다.

이상, 본 발명을 설명하였지만, 본 발명은 여러 가지 방식으로 변경될 수 있다. 이러한 변경들은 본 발명의 정신 및 범위에서 벗어난 것으로 간주되지 않고, 당업자들에게는 이러한 모든 변화들이 첨부된 특허청구의 범위 내에 포함되는 것임이 명백하게 될 것이다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치로서,

표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터가 입력되며, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 변환하여 출력하는 변환부,

상기 변환부에서 출력되는 변환된 계조데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하는 구동부, 및

상기 화소에 포함되며, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하고,

상기 변환부에는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터와 직전의 프레임의 계조데이터에 의해 특정되는 출력해야 할 계조데이터가 미리 기억되어 있는 액정표시장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 변환부는 제 1 입력 및 제 2 입력을 포함하고,

상기 제 2 입력에는, 입력되는 계조데이터를 기억하며 그 계조데이터를 1프레임 만큼 지연시켜 출력하는 기억부가 접속되어 있고,

계조데이터는 상기 제 1 입력에 입력될과 동시에, 상기 기억부를 통해 상기 제 2 입력에 입력되는 액정 표시 장치.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 기억부는 FIFO 방식의 메모리인 액정표시장치.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 변환부는 제 1 입력 및 제 2 입력을 포함하며, 상기 제 1 입력 및 제 2 입력에 입력되는 계조데이터에 의해 특정되는 어드레스에 기억되어 있는 계조데이터를 출력하는 메모리인 액정 표시 장치.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 메모리가 SRAM인 액정 표시 장치.

### 청구항 6

제 2 항에 있어서, 상기 변환부는 상기 제 1 입력 및 제 2 입력에 입력되는 계조데이터에 의해 특정되는 어드레스에 기억되어 있는 계조데이터를 출력하는 메모리인 액정표시장치

### 청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 구동부가 출력하는 계조 전압의 범위는, 정지화상을 표시할 때의 상기 액정셀의 계조 표시 범위에 대응하는 계조 전압의 범위를 포함하고, 또한 그 범위보다 넓은 액정 표시 장치.

### 청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 변환부에 기억되어 있는 계조데이터는,

표시해야 할 프레임의 계조데이터를 정지화상으로서 표시하는 경우의 계조 전압을  $V_m$ , 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 정지화상으로서 표시하는 경우의 상기 액정셀의 전기용량을  $C_m$ , 및 직전의 프레임의 계조데이터를 정지화상으로서 표시하는 경우의 상기 액정셀의 전기용량을  $C_n$ 으로 하였을 때,

$$V' = C_m/C_n \times V_m$$

에서 구해지는 계조 전압( $V'$ )에 대응하는 계조데이터인 액정 표시 장치.

### 청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 변환부에 미리 기억되어 있는 계조데이터는, 그 계조데이터에 따라 상기 화소의 계조 표시를 행하는 경우에, 그 계조데이터에 따른 계조 전압이 상기 화소에 인가되고 나서 1프레임에 상응하는 시간이 경과하였을 때의 그 화소의 휘도가, 원래 표시해야 할 휘도의 90% 내지 110%의 범위내에 들어 가도록 설정되어 있는 액정 표시 장치.

### 청구항 10

화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치로서,

표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 보정 계조데이터로 변환하는 변환부,

상기 변환부에서 변환된 보정 계조데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하는 구동부, 및

상기 화소에 포함되며, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하고,

상기 변환부에는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터와 직전의 프레임의 계조데이터에 의해 특정되는 설정 계조데이터가 미리 기억되어 있고, 특정된 설정 계조데이터에 따라 상기 변환부가 보정 계조데이터를 생성하는 액정 표시 장치.

### 청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 변환부는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 상위자리수 및 직전의 프레임의 계조데이터의 상위자리수에 따라 설정 계조데이터를 특정하고, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 상위자리수를 특정된 설정 계조데이터로 치환하여 변환하며, 그 변환결과에 따라 보정 계조데이터를 생성하는 액정 표시 장치.

### 청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 변환부는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 상위자리수 및 직전의 프레임의 계조데이터의 상위자리수에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 상위자리수를 변환함과 동시에, 변환된 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 상위자리수와, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 하위자리수를 가산함에 의해 보정 계조데이터를 생성하는 액정 표시 장치.



### 청구항 13

제 11 항에 있어서, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터가 8비트의 데이터이고, 상기 변환부는 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 상위6비트 및 직전의 프레임의 계조데이터의 상위6비트에 따라 설정 계조데이터를 특정하는 액정표시장치.

### 청구항 14

제 11 항에 있어서, 상기 변환부는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 상위자리수 및 직전의 프레임의 계조데이터의 상위자리수에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 상위자리수를 변환함과 동시에, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 하위자리수 및 직전의 프레임의 계조데이터의 하위자리수에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 하위자리수를 변환하고, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 변환된 상위자리수와 변환된 하위자리수를 가산함에 의해 보정 계조데이터를 생성하는 액정 표시 장치.

### 청구항 15

제 14 항에 있어서, 상기 변환부는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 하위자리수의 값이 직전의 프레임의 계조데이터의 하위자리수의 값보다 큰 경우에는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 하위자리수의 값이 크게 되도록 변환하고, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 하위자리수의 값이 직전의 프레임의 계조데이터의 하위자리수의 값보다 작은 경우에는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 하위자리수의 값이 작게 되도록 변환하는 액정 표시 장치.

### 청구항 16

제 14 항에 있어서, 상기 변환부는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 하위자리수와 직전의 프레임의 계조데이터의 하위자리수 사이의 차의 정수배를, 표시프레임 계조데이터의 하위자리수에 가산함에 의해, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 하위자리수를 변환하는 액정표시장치.

### 청구항 17

화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치로서,

표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 보정 계조데이터로 변환하는 변환부,

상기 변환부에서 변환된 보정 계조데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하는 구동부, 및

상기 화소에 포함되며, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하고,

상기 변환부에는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 1 변환치, 및 직전의 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 2 변환치가 미리 기억되어 있고, 상기 변환부는 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 각각 대응하는 제 1 변환치 및 제 2 변환치를 이용한 연산결과에 따라 보정 계조데이터를 생성하는 액정표시장치.

### 청구항 18

제 17 항에 있어서, 상기 변환부는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 1 변환치와, 직전의 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 2 변환치의 승산결과에 따라 보정 계조데이터를 생성하는 액정 표시 장치.

### 청구항 19

제 18 항에 있어서, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 정지화상으로서 표시하는 경우의 계조 전압을  $V_m$ , 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 정지화상으로서 표시하는 경우의 상기 액정셀의 전기용량을  $C_m$ , 및 직전의 프레임의 계조데이터를 정지화상으로서 표시한 경우의 상기 액정셀의 전기 용량을  $C_n$ 으로 하였을 때,

제 1 변환치는  $V_m \times C_m$ 의 정수배에 해당하는 값이고, 제 2 변환치는  $1/C_n$ 의 정수배에 해당하는 값인 액정 표시 장치.

### 청구항 20

제 17 항에 있어서, 상기 변환부는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 1 변환치로부터, 직전의 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 2 변환치를 감산한 결과에 따라 보정 계조데이터를 생성하는 액정표시장치.

### 청구항 21

제 20 항에 있어서, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 정지화상으로서 표시하는 경우의 계조전압을  $V_m$ , 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 정지화상으로서 표시하는 경우의 상기 액정셀의 전기용량을  $C_m$ , 및 직전의 프레임의 계조데이터를 정지화상으로서 표시한 경우의 상기 액정셀의 전기용량을  $C_n$ 으로 하였을 때,

제 1 변환치는  $\text{Log}(V_m \times C_m)$ 의 정수배에 해당하는 값이고, 제 2 변환치는  $\text{Log}(C_n)$ 의 정수배에 해당하는 값인 액정 표시 장치.

### 청구항 22

제 17 항에 있어서, 상기 변환부는, 기억하고 있는 제 1 변환치의 군 및 제 2 변환치의 군 중 적어도 하

나를 외부에서 재가입가능하도록 하고 있는 액정 표시장치.

#### 청구항 23

화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치로서,

표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 보정 계조데이터로 변환하는 변환부,

상기 변환부에서 변환된 보정 계조데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하는 구동부, 및

상기 화소에 포함되며, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하고,

상기 변환부에는, 표시해야 할 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 1 변환치를 산출하기 위한 제 1 기준치, 및 직전의 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 2 변환치를 산출하기 위한 제 2 기준치가 미리 기억되어 있고, 상기 변환부는, 제 1 기준치 및 제 2 기준치에 따라 보간을 행함에 의해 각각 제 1 변환치 및 제 2 변환치를 산출함과 동시에, 표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 각각 대응하는 제 1 변환치 및 제 2 변환치를 이용한 연산결과에 따라 보정 계조데이터를 생성하는 액정 표시장치.

#### 청구항 24

제 23 항에 있어서, 상기 변환부는, 기억하고 있는 제 1 기준치의 군 및 제 2 기준치의 군 중 적어도 하나를 외부에서 재가입 가능하도록 하고 있는 액정 표시 장치.

#### 청구항 25

화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치로서,

표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 따라, 표시해야 할 프레임의 계조데이터를 보정 계조데이터로 변환하는 변환부,

표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터의 자리수를 변환하는 자리수 변환부,

상기 변환부에서 변환된 보정 계조데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하는 구동부, 및

상기 화소에 포함되며, 인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하고,

상기 자리수 변환부는, 계조데이터가 나타내는 계조가 미리 정해진 문턱치 보다 명측인 경우에는 그 계조데이터의 하위자리수를 삭제하고, 계조데이터가 나타내는 계조가 상기 문턱치 보다 암측인 경우에는 그 계조데이터의 상위자리수를 삭제함으로써, 그 계조데이터의 자리수가 작게 되도록 변환하고,

상기 변환부에는, 상기 자리수 변환부에서 변환된 표시해야 할 프레임의 계조데이터와 직전의 프레임의 계조데이터에 의해 특정되는 설정 계조데이터가 미리 기억되어 있고, 특정한 설정 계조데이터에 따라 보정 계조데이터를 생성하는 액정 표시장치.

#### 청구항 26

제 25 항에 있어서, 상기 변환부는 제 1 입력 및 제 2 입력을 포함하고,

상기 제 2 입력에는 입력되는 계조데이터를 기억하여 그 계조데이터를 1프레임 만큼 지연시켜 출력하는 기억부가 접속되어 있고,

계조데이터는, 상기 자리수 변환부를 통해 상기 제 1 입력에 입력될 과 동시에, 상기 자리수 변환부를 통해 상기 기억부에 입력되어, 상기 기억부에서 상기 제 2 입력으로 입력되는 액정 표시장치.

#### 청구항 27

제 25 항에 있어서, 계조데이터가 256계조 표시용의 계조데이터이고, 계조데이터가 나타내는 가장 어두운 계조를 0계조로 하면, 상기 문턱치는 32계조인 액정 표시 장치.

#### 청구항 28

제 27 항에 있어서, 계조데이터가 8비트의 계조데이터이고,

상기 자리수 변환부는, 계조데이터의 변환을 할 때에, 계조데이터의 상위3자리수 또는 하위3자리수를 삭제함과 동시에, 상위자리수 또는 하위자리수 중 어느 것을 삭제한 것인가를 나타내는 플래그 비트를 설정하는 액정 표시 장치.

#### 청구항 29

제 25 항에 있어서, 계조데이터가 256계조 표시용의 계조데이터이고, 계조데이터가 나타내는 가장 어두운 계조를 0계조로 하면, 상기 문턱치는 64계조인 액정 표시 장치.

#### 청구항 30

제 29 항에 있어서, 계조데이터가 8비트의 계조데이터이고,

상기 자리수 변환부는, 계조데이터의 변환을 할 때에, 계조데이터의 상위2자리수 또는 하위2자리수를 삭제함과 동시에, 상위자리수 또는 하위자리수 중 어느 것을 삭제한 것인가를 나타내는 플래그 비트를 설정

장하며, 또한 상위2자리수를 삭제한 경우에는 최하위 1자리수를 더 삭제하는 액정표시장치.

### 청구항 31

인가된 계조전압에 의해 계조표시가 가능한 액정셀을 포함하는 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치의 구동방법으로서,

표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터에 따라 미리 기억되어 있는 계조데이터 중에서 계조데이터를 특정하며, 특정된 계조데이터에 따른 계조 전압을 상기 화소에 인가하여 표시해야 할 프레임의 계조 표시를 행하도록 상기 액정 표시 장치를 구동하고,

상기 미리 기억되어 있는 계조데이터는, 그 계조데이터에 따라 상기 화소의 계조 표시를 행하는 경우에, 그의 계조데이터에 따른 계조 전압이 상기 화소에 인가되고 나서 1프레임에 상당하는 시간이 경과하였을 때의 그 화소의 휘도가, 원래 표시해야 할 휘도의 90% 내지 110%의 범위내에 들도록 설정되어 있는 액정 표시 장치의 구동방법.

### 청구항 32

인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하는 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치의 구동방법으로서,

표시해야 할 프레임의 계조데이터의 상위자리수 및 직전의 프레임의 계조데이터의 상위자리수에 따라 미리 기억되어 있는 설정 계조데이터를 특정하고, 표시해야 할 프레임의 계조데이터의 상위자리수를 특정한 설정 계조데이터로 치환함에 의해 표시해야 할 계조데이터를 보정 계조데이터로 변환하며, 그 보정 계조데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하여 표시해야 할 프레임의 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치의 구동방법.

### 청구항 33

인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하는 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따른 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치의 구동방법으로서,

표시해야 할 프레임의 계조데이터에 의해, 미리 기억되어 있는 제 1 변환치의 군 중에서 1개의 제 1 변환치를 특정함과 동시에, 직전의 프레임의 계조데이터에 의해, 미리 기억되어 있는 제 2 변환치의 군 중에서 1개의 제 2 변환치를 특정하여, 상기 특정한 제 1 변환치 및 제 2 변환치를 이용한 연산결과에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하여 표시해야 할 프레임의 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치의 구동방법.

### 청구항 34

인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하는 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따라 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치의 구동방법으로서,

표시해야 할 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 1 변환치 및 직전의 프레임의 계조데이터에 대응하는 제 2 변환치를 이용한 연산결과에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하여 표시해야 할 프레임의 계조 표시를 행하며,

제 1 변환치는 표시해야 할 프레임의 계조데이터에 따라 미리 기억되어 있는 제 1 기준치의 군을 보간하여 산출하고, 제 2 변환치는 직전의 프레임의 계조데이터에 따라 미리 기억되어 있는 제 2 기준치의 군을 보간하여 산출하는 액정 표시 장치의 구동방법.

### 청구항 35

인가된 계조 전압에 의해 계조 표시가 가능한 액정셀을 포함하는 화소를 갖고, 상기 화소에 프레임마다 계조데이터에 따라 계조 전압을 인가함에 의해 계조 표시를 행하는 액정 표시 장치의 구동방법으로서,

표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터의 자리수를 변환하는 공정,

자리수가 변환된 표시해야 할 프레임의 계조데이터와 직전의 프레임의 계조데이터에 의해 미리 기억된 설정 계조데이터의 군 중에서 1개의 설정 계조데이터를 특정하는 공정,

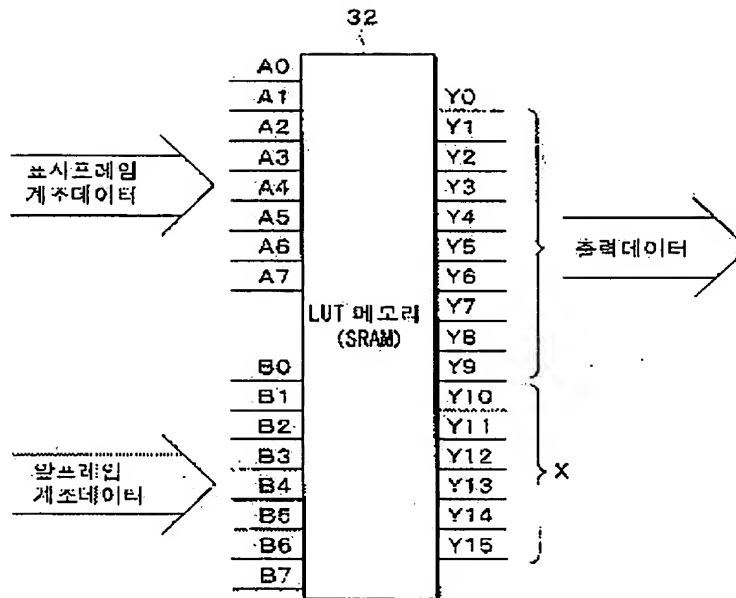
특정된 설정 계조데이터에 따라 계조 전압을 상기 화소에 인가하여 표시해야 할 프레임의 계조 표시를 행하는 공정, 및

표시해야 할 프레임의 계조데이터 및 직전의 프레임의 계조데이터의 자리수를 변환하는 경우, 계조데이터가 나타내는 계조가 미리 정해진 문턱치 보다 명측인 경우에는 그 계조데이터의 하위자리수를 삭제하고, 계조데이터가 나타내는 계조가 상기 문턱치 보다 암측인 경우에는 그 계조데이터의 상위자리수를 삭제함으로써, 그 계조데이터의 자리수가 작게 되도록 변환하는 공정을 포함하는 액정 표시 장치의 구동방법.

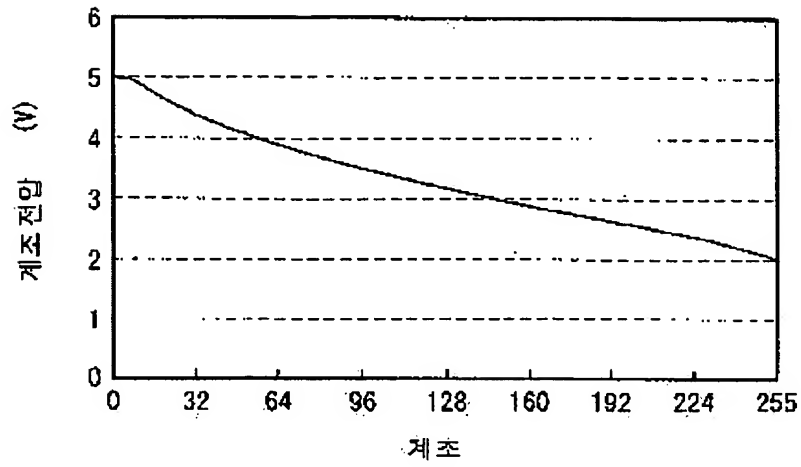
도면



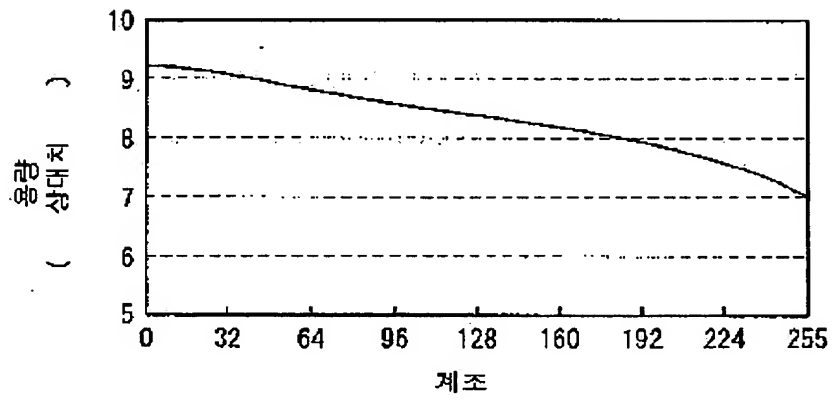
도면3



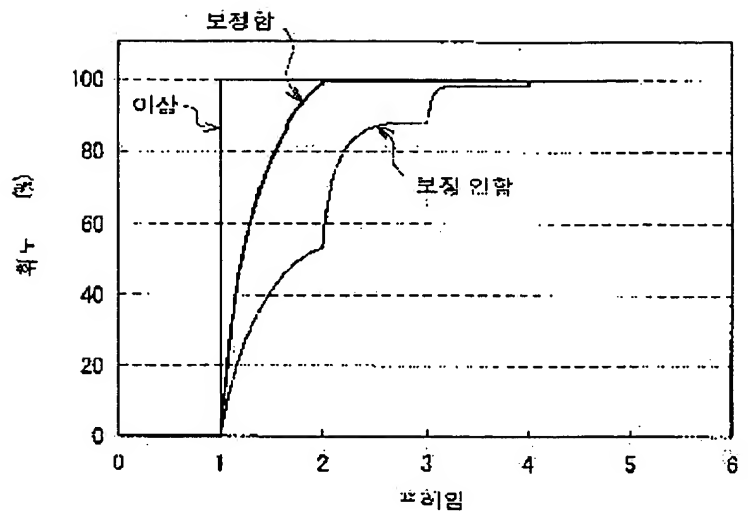
도면4



도면5

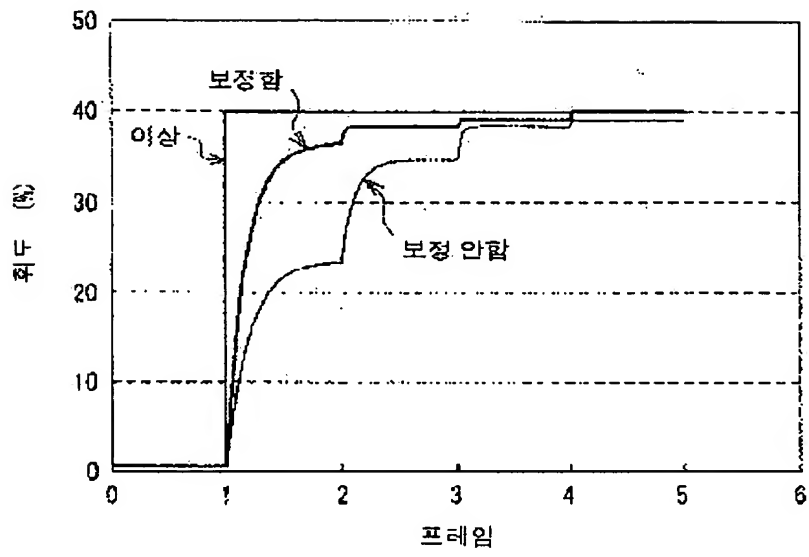


도면

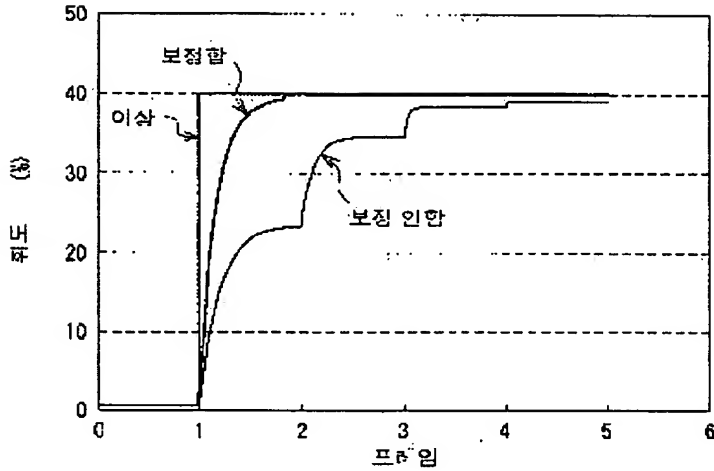




도면7



도 8B



도면 9

		표시 프레임 계조데이터								
		0	32	64	96	128	160	192	224	255
앞프레임 계조데이터	0	128	168	208	252	290	332	365	389	391
	32	127	160	203	246	285	327	361	389	391
	64	127	154	192	237	276	318	355	386	391
	96	126	149	184	224	267	309	347	382	390
	128	125	145	178	216	256	301	341	379	390
	160	124	140	172	209	247	288	333	373	390
	192	123	130	164	199	235	277	320	367	389
	224	121	127	153	187	221	262	305	352	389
	255	120	125	142	171	202	241	283	335	383

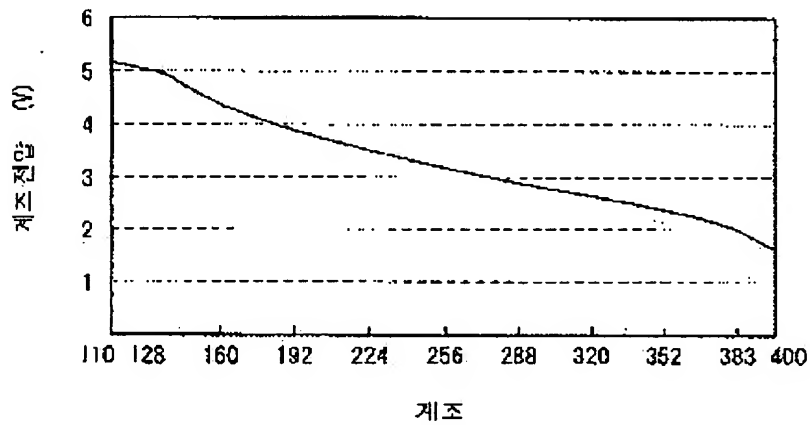
도면 10

		표시 프레임 계조데이터								
		0	32	64	96	128	160	192	224	255
앞프레임 계조데이터	0	128	168	208	252	<u>295</u>	<u>335</u>	<u>371</u>	389	391
	32	127	160	203	246	285	<u>332</u>	<u>369</u>	389	391
	64	127	154	192	237	276	318	<u>365</u>	386	391
	96	126	149	184	224	267	309	347	382	390
	128	125	145	178	216	256	301	341	379	390
	160	124	140	172	209	247	288	333	373	390
	192	123	130	164	199	235	277	320	367	389
	224	121	127	153	187	221	262	305	352	389
	255	120	125	142	171	202	241	283	335	383

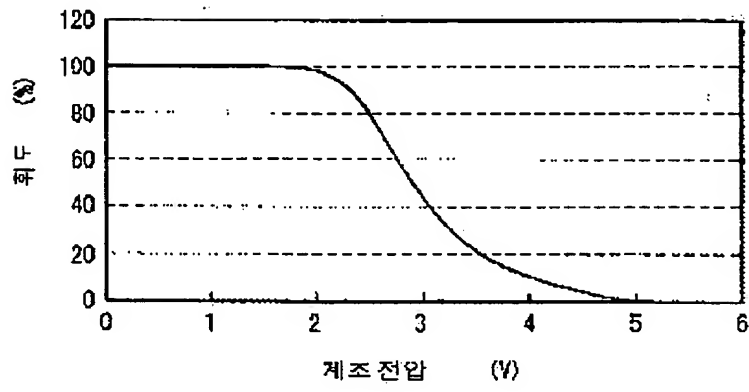
도면 11

		표시 프레임 게조데이터									
		0	32	64	96	128	160	192	224	255	
앞 프레임 게조데이터	0	0	40	80	121	167	207	243	255	255	
	32	0	32	75	118	157	201	241	255	255	
	64	0	26	64	109	148	190	237	255	255	
	96	0	21	56	96	139	181	219	254	255	
	128	0	17	50	88	128	173	213	251	255	
	160	0	12	44	81	119	160	205	245	255	
	192	0	2	36	71	107	149	192	239	255	
	224	0	0	25	59	93	134	177	224	255	
	255	0	0	14	48	74	113	155	207	255	

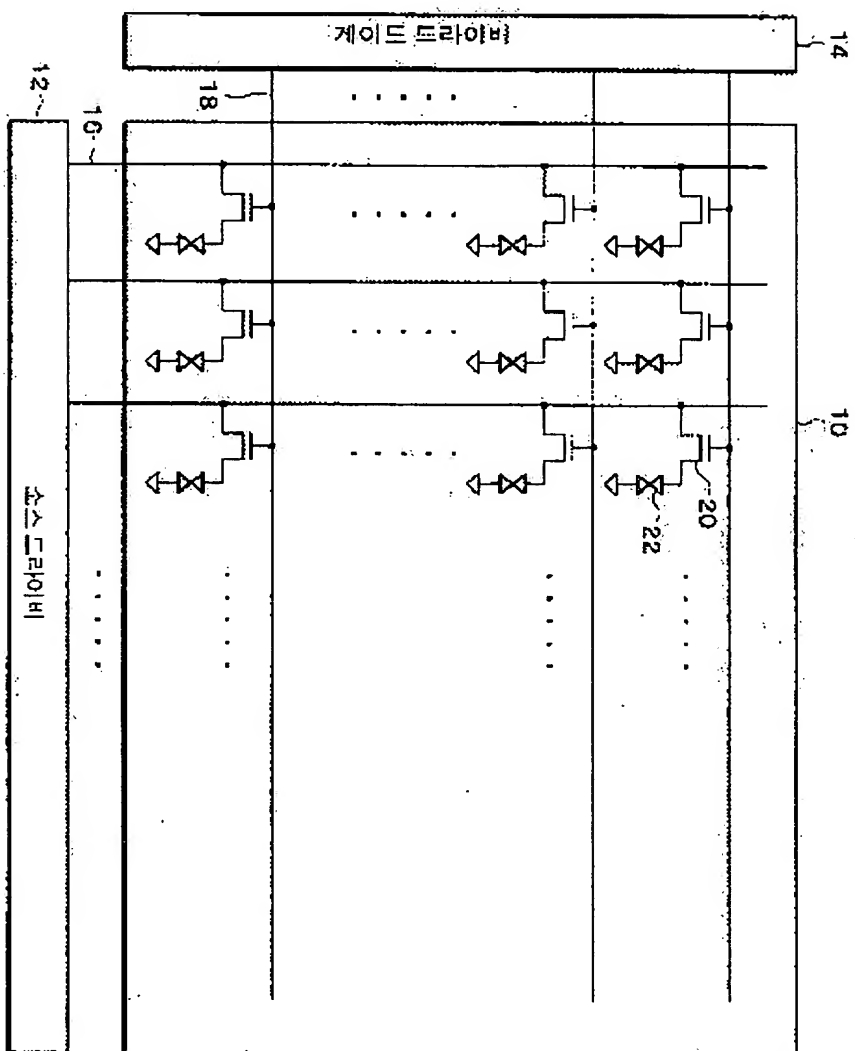
도면 12



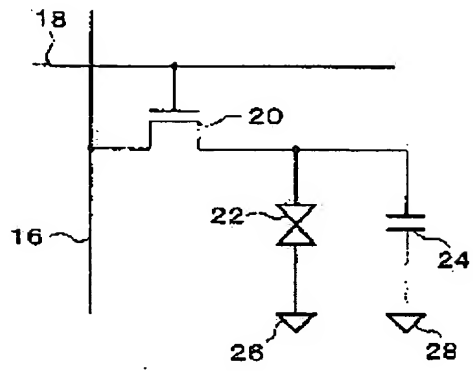
도면 13



도면 14

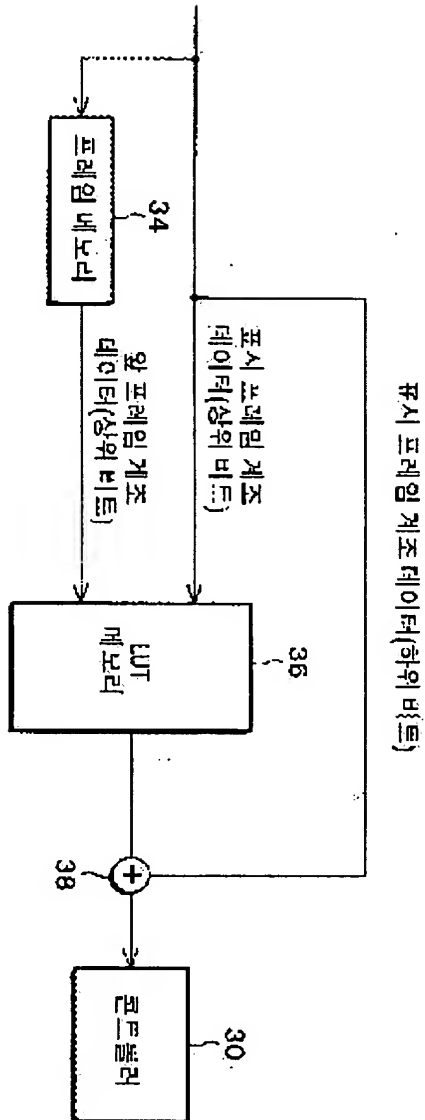


도면 15





도면 18



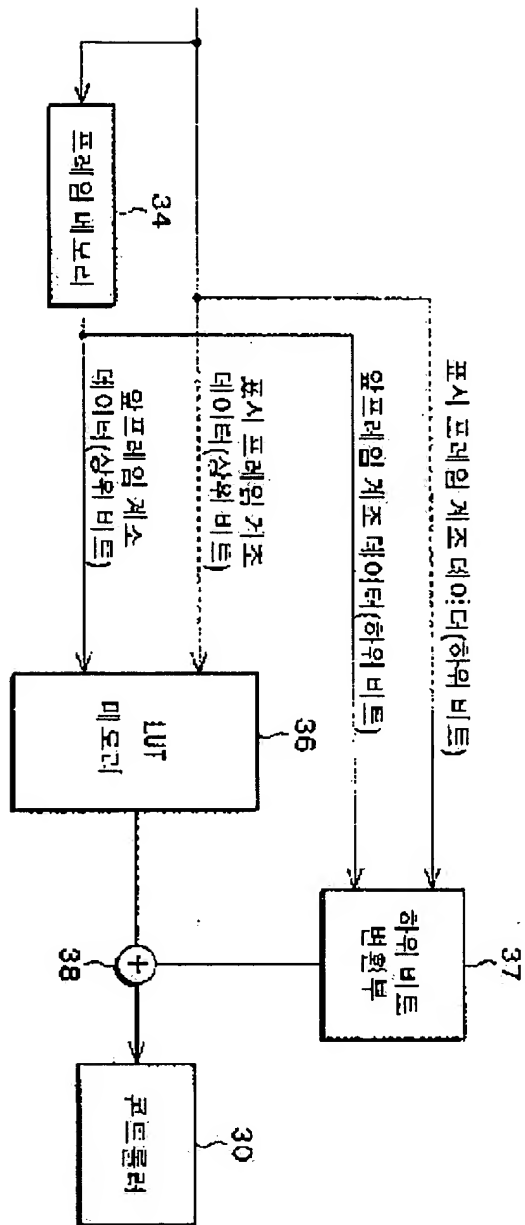
도면 17

		표시 프레임 계조 데이터							
		83	84	85	86	87	88	89	90
앞프레임 계조 데이터	244	22	23	23	24	25	26	27	28
	245	21	22	23	24	24	25	26	28
	246	20	22	22	23	24	24	25	28
	247	20	21	22	23	23	24	25	27
	248	19	20	21	22	23	23	24	26
	249	17	18	19	20	21	22	23	25
	250	0	0	3	5	6	7	8	12
	251	0	0	0	0	1	4	5	8
	252	0	0	0	0	0	0	0	5
	253	0	0	0	0	0	0	0	0
	254	0	0	0	0	0	0	0	0
	255	0	0	0	0	0	0	0	0

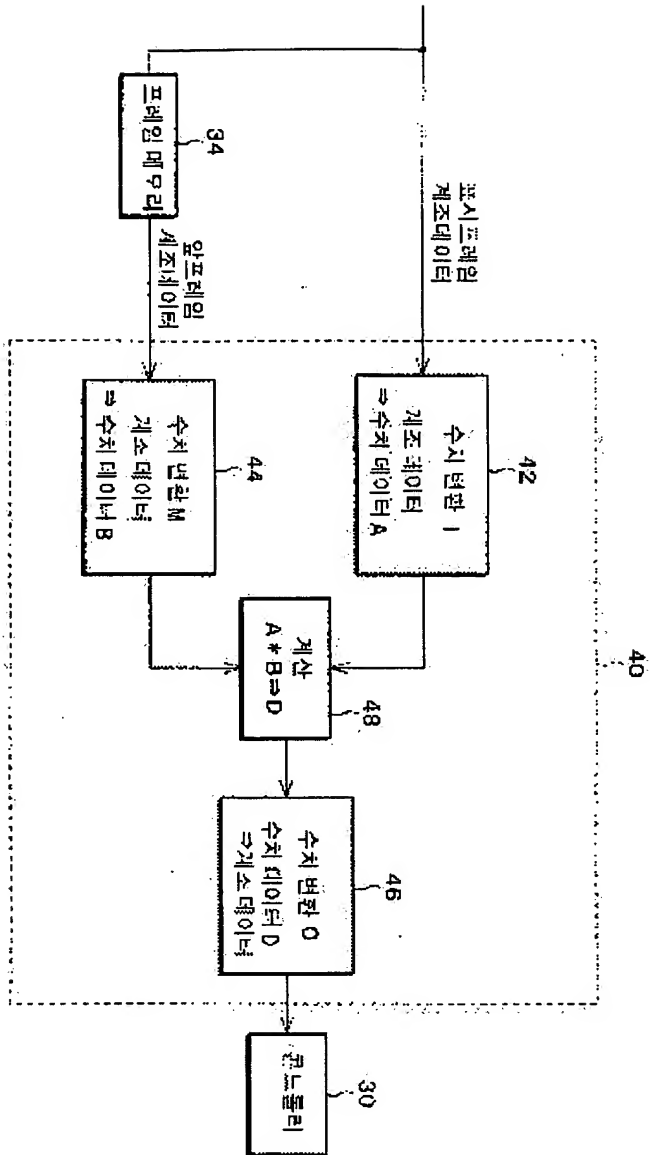
도면 18

		표시 프레임 계조 데이터							
		83	84	85	86	87	88	89	90
앞프레임 계조 데이터	244	21	23	24	25	26	26	27	28
	245	21	23	24	25	26	26	27	28
	246	21	23	24	25	26	26	27	28
	247	21	23	24	25	26	26	27	28
	248	19	20	21	22	23	23	24	25
	249	19	20	21	22	23	23	24	25
	250	19	20	21	22	23	23	24	25
	251	19	20	21	22	23	23	24	25
	252	3	0	1	2	3	0	1	2
	253	3	0	1	2	3	0	1	2
	254	3	0	1	2	3	0	1	2
	255	3	0	1	2	3	0	1	2

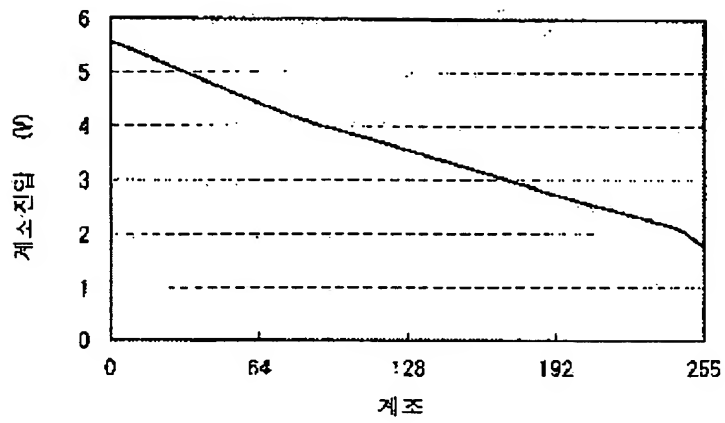
도면 19



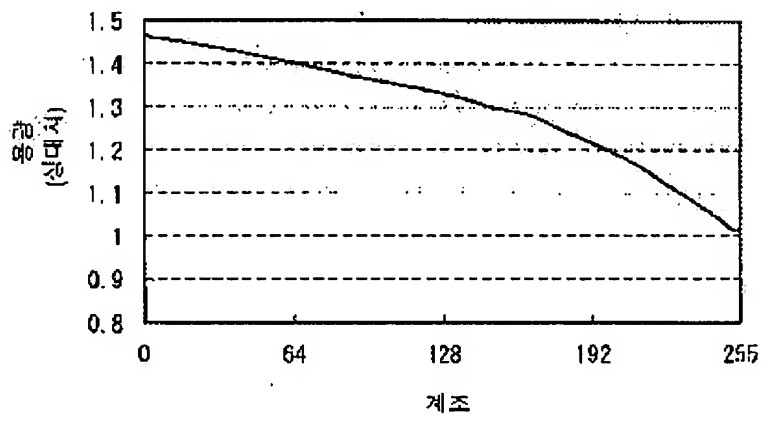
도 20



도면21



도면22



도면23

표시 프레임 제조 데이터 m	수치 데이터 Am
0	9 6 4
1	9 6 3
2	9 6 2
⋮	⋮
2 5 4	2 2 3
2 5 5	2 1 9

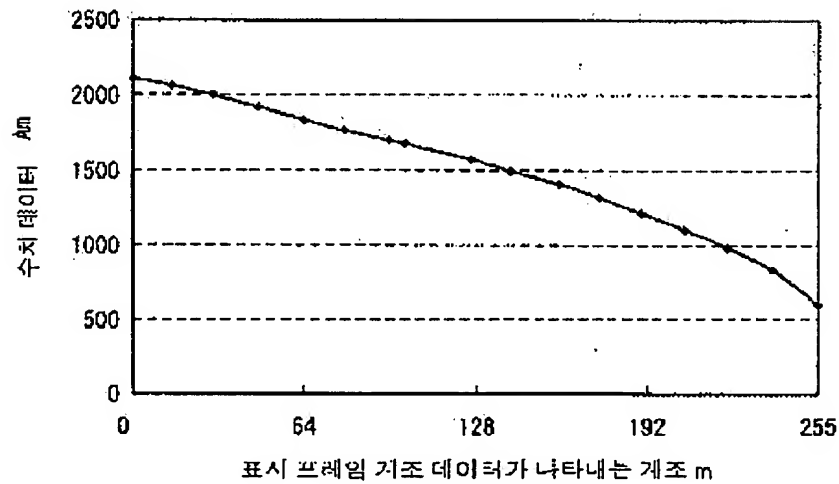
도면24

표시 프레임 제조 데이터 n	수치 데이터 Bn
0	0
1	1
2	2
⋮	⋮
2 5 4	2 3 9 1
2 5 5	2 4 0 3

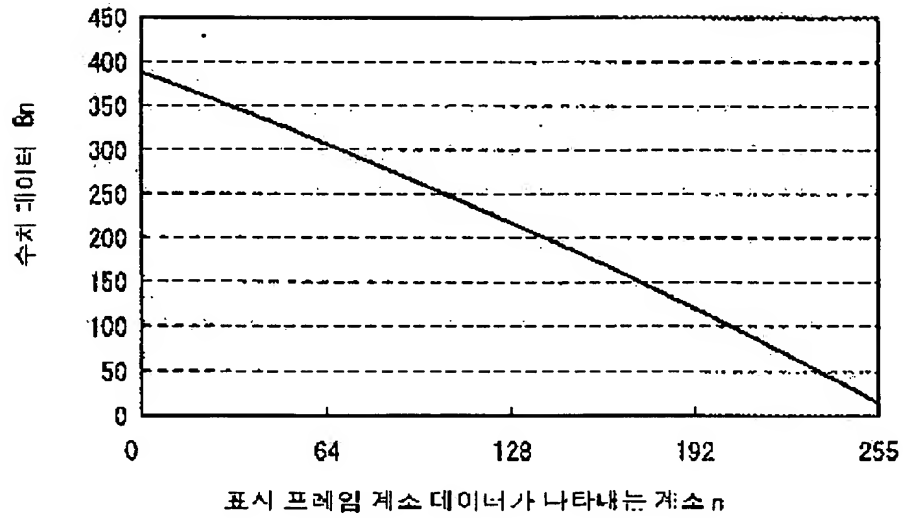
도면 25

수치 데이터 Dp	계조 데이터 P
0	2 5 5
1	2 5 5
2	2 5 5
.	.
14514	2 5 5
14515	2 5 4
.	.
46875	2 5 4
.	.
3581537	1
.	.
3586098	1
3586097	0
.	.
.	.
6431127	0

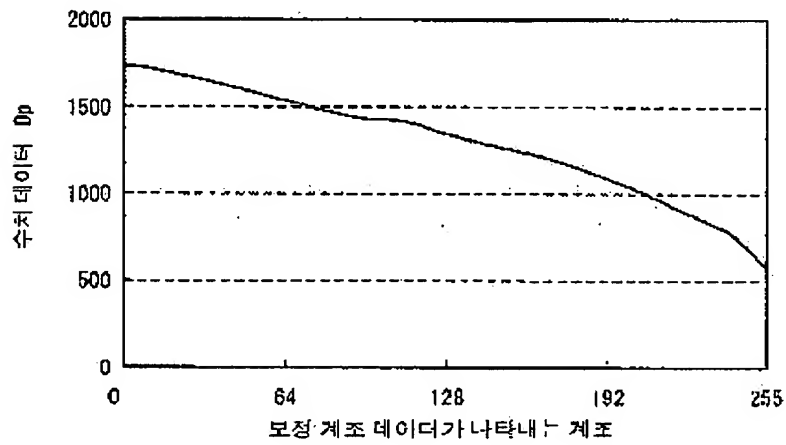
도면 28



도면 27

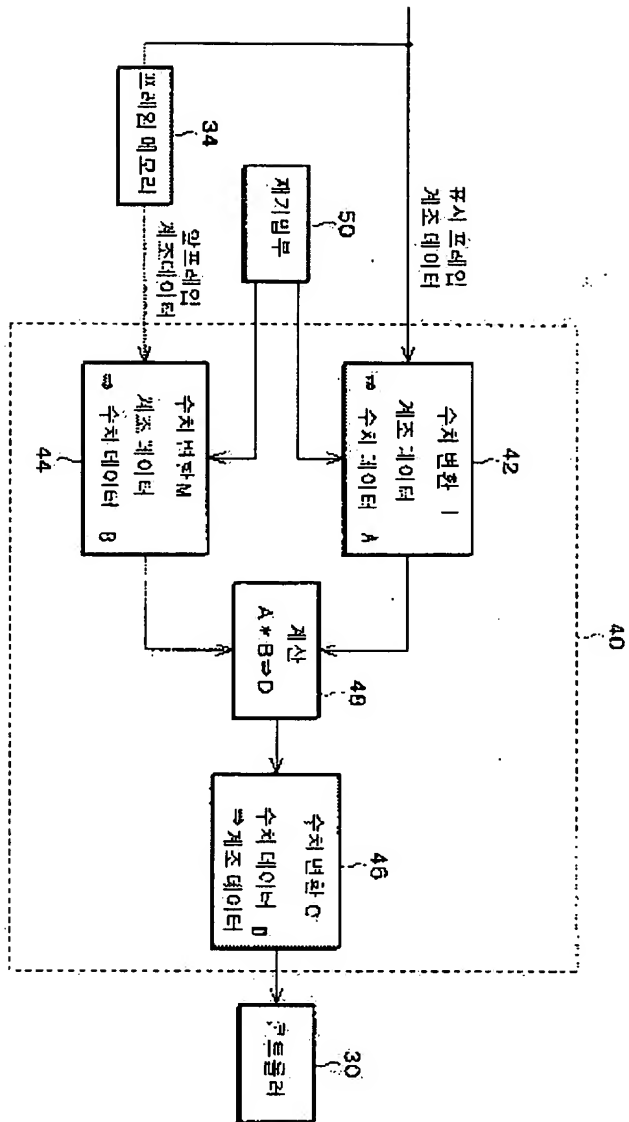


도면 28

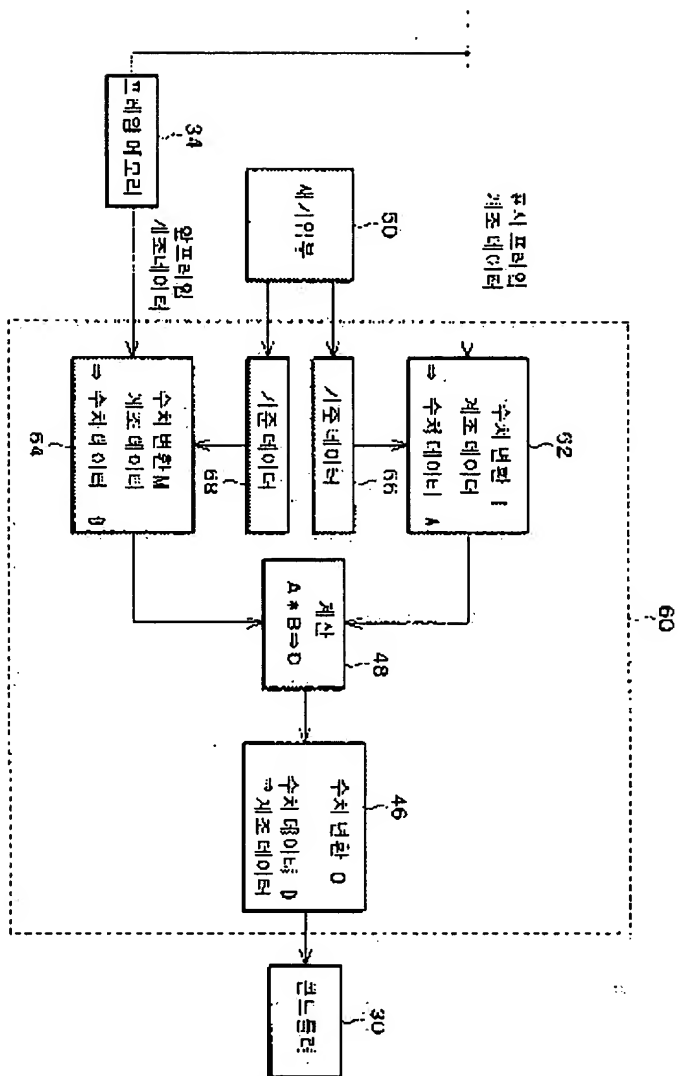




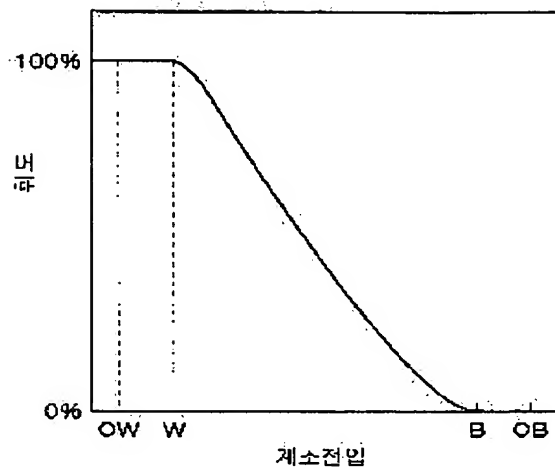
도 29



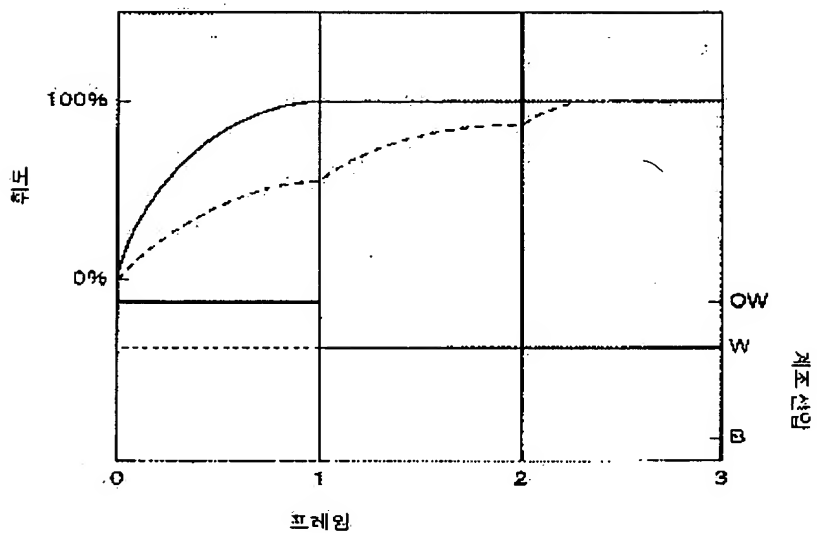
도면 30



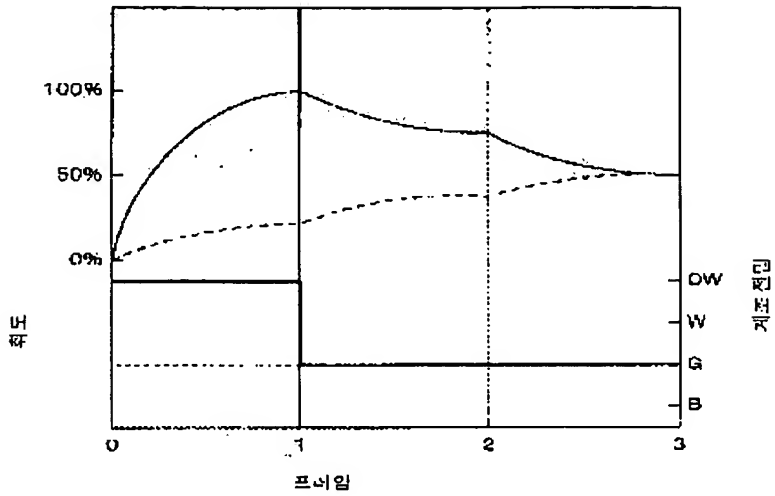
도면31



도면32



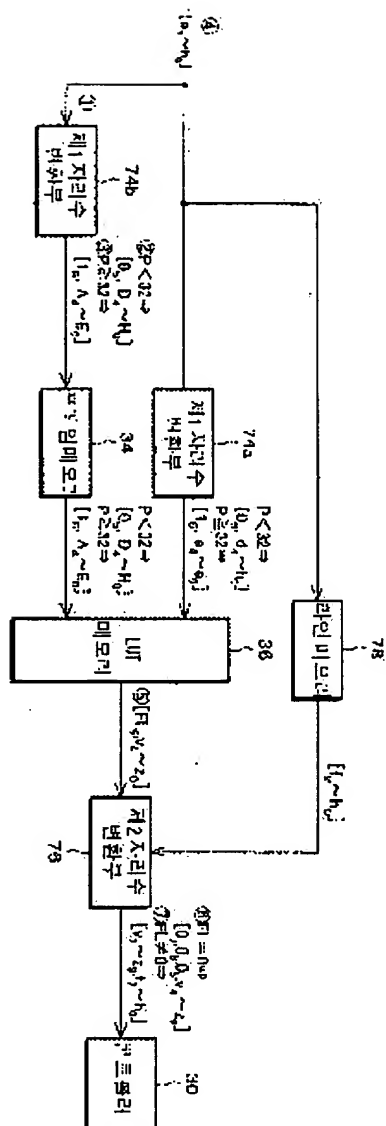
도면33



도면34

		비트							
		7	6	5	4	3	2	1	0
계조	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	255	1	1	1	1	1	1	1	1
	240	1	1	1	1	0	0	0	0
	255	1	1	1	1	1	1	1	1
	31	0	0	0	1	1	1	1	1
	16	0	0	0	1	0	0	0	0

도면35



도면36

비트	7	6	5	4	3	2	1	0
①	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>
②	-	-	0 <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>
③	-	-	1 <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>

도면37

비트	7	6	5	4	3	2	1	0
④	a <sub>7</sub>	b <sub>6</sub>	c <sub>5</sub>	d <sub>4</sub>	e <sub>3</sub>	f <sub>2</sub>	g <sub>1</sub>	h <sub>0</sub>
⑤	-	-	FL <sub>5</sub>	v <sub>4</sub>	w <sub>3</sub>	x <sub>2</sub>	y <sub>1</sub>	z <sub>0</sub>
⑥	0 <sub>7</sub>	0 <sub>6</sub>	0 <sub>5</sub>	v <sub>4</sub>	w <sub>3</sub>	x <sub>2</sub>	y <sub>1</sub>	z <sub>0</sub>
⑦	v <sub>7</sub>	w <sub>6</sub>	x <sub>5</sub>	y <sub>4</sub>	z <sub>3</sub>	f <sub>2</sub>	g <sub>1</sub>	h <sub>0</sub>

도면38

		표시 프레임 계조 데이터
		6비트 데이터
앞프레임 계조 데이터	6비트 데이터	6비트 데이터

도면39

비트	7	6	5	4	3	2	1	0
①	A <sub>7</sub>	B <sub>6</sub>	C <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	E <sub>3</sub>	F <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	H <sub>0</sub>
②	-	-	0 <sub>5</sub>	C <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	E <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	G <sub>0</sub>
③	-	-	1 <sub>5</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	E <sub>0</sub>

도면40

수직바

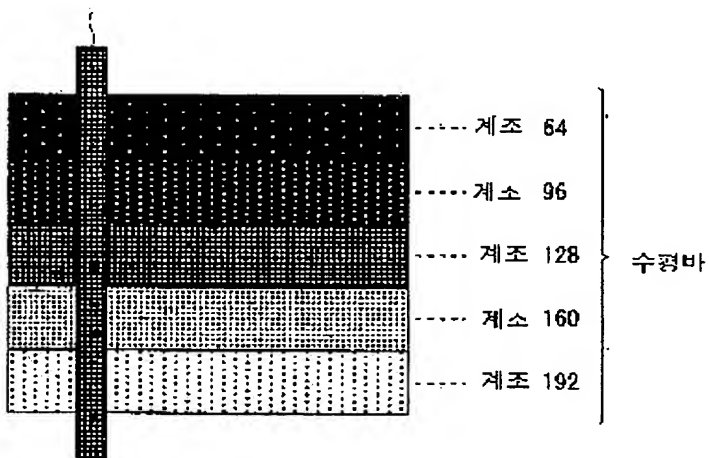


도표41

점수	평가 기준
5	에지 얼룩 인식안됨
4	에지 얼룩 인식되지만 두드러지지 않음
3	에지 얼룩 두드러지지만 현저하지 않음
2	에지 얼룩 현저함
1	에지 얼룩 매우 현저함

도표42

번호	디스플레이의 형태	휘도의 오차	평가결과
1	20- 인치 액정 TV	1 -30%~-20%	2.4
2	20- 인치 액정 TV	2 20%~-10%	2.8
3	20- 인치 액정 TV	3 --10%~-5%	3.3
4	20- 인치 액정 TV	4 -5%~ 0%	3.8
5	20- 인치 CRT	0%	5.0
6	20- 인치 액정 TV	5 0%~ 5%	3.9
7	20- 인치 액정 TV	6 5%~ 10%	3.5
8	20- 인치 액정 TV	7 10%~ 20%	2.7
9	20- 인치 액정 TV	8 20%~ 30%	2.2

도표43

계조	휘도 (%)
0	0.00
16	0.23
31	0.37
240	87.51
255	100.00